



Escuela  
Universitaria  
Ingeniería  
Técnica  
Industrial  
ZARAGOZA

PROYECTO FINAL DE CARRERA

# Rehabilitación en Edificación. Estudio Comparativo de Transporte

**AUTOR**

Carlos Lacasta Beltrán

**DIRECTOR**

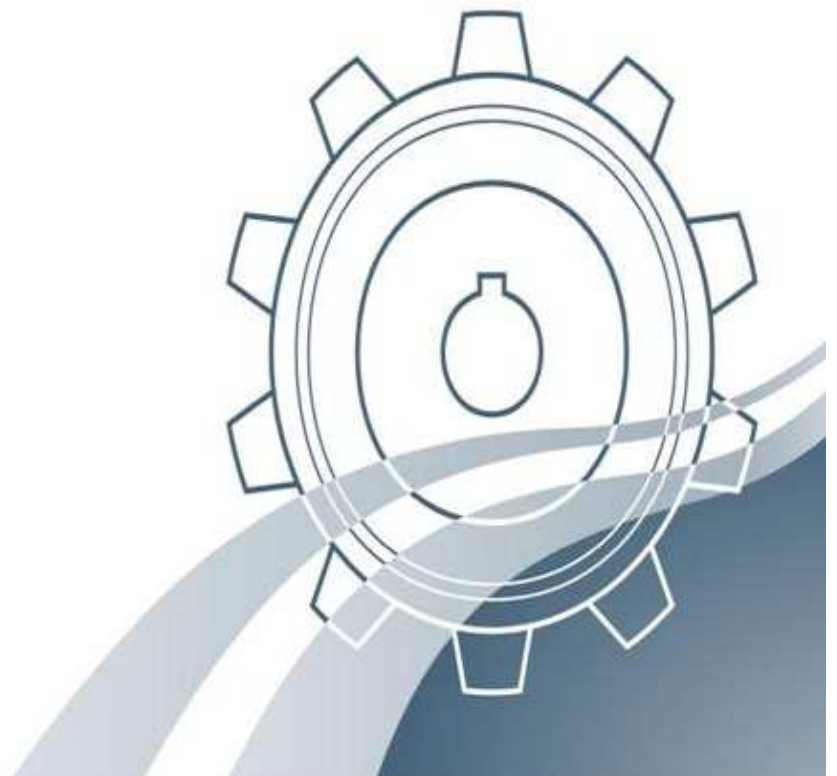
J. Manuel Franco Gimeno

**ESPECIALIDAD**

Mecánica

**CONVOCATORIA**

Diciembre 2010





## Contenido

1. Prefacio .....	4
1.1. Objetivos del proyecto.....	4
1.2. Origen .....	4
1.3. Motivación .....	5
2. Historia de la Industria de la Elevación .....	6
2.1. Presente.....	12
2.2. Futuro.....	15
3. Componentes Generales .....	17
4. Solución Hidráulica .....	30
4.1. Central hidráulica .....	33
4.2. Grupo de Válvulas:.....	37
4.3. Conducciones .....	39
4.4. Pistón .....	40
4.5. Fluido .....	44
5. Solución Electromecánica .....	46
5.1. El motor.....	50
5.1.1. Motores de Corriente Alterna.....	50
5.1.1.1. De una velocidad.....	50
5.1.1.2. De dos velocidades .....	51
5.1.1.3. Con variador de frecuencia .....	51
Composición de un variador de frecuencia .....	52
5.1.2. Motores de corriente continua con convertidor de alterna-continua.	53
5.3 Freno .....	53
5.3.1. Freno Mecánico.....	53
5.3.2. Freno eléctrico.....	54



5.3.3. Accionamiento de emergencia .....	54
5.4. Reductor .....	55
5.5. Polea de Tracción.....	57
5.6. Volante de Inercia.....	59
5.7. Polea de Desvío .....	59
5.9. Cables.....	62
Cordones de alambres de igual diámetro.....	63
Cordones de alambres de diferente diámetro .....	63
Cables preformados.....	64
5.10. Máquina Gearless.....	68
6. Comparativa.....	71
6.1. Consumo.....	71
Solución Gearless .....	73
Solución Hidráulica .....	73
Solución Eléctrica.....	73
6.2. Confort .....	73
6.2.1. Ruido .....	74
Sistema amortiguador viscoelástico antivibratorio de caucho .....	76
Sistema Aislador Lineal Antivibratorio Basado En Resortes Helicoidales de Acero.....	78
6.2.2. Aceleración y nivelaciones.....	79
6.3. Mantenimiento.....	80
6.4.1. Ascensor hidráulico .....	82
6.4.2. Ascensor Electromecánico .....	84
6.4.3. Ascenso Electromecánico Gearless .....	87
6.5. Conclusiones.....	90
7. Instalación .....	91



7.1. Instalación Eléctrica .....	101
7.2. Puertas.....	106
7.3. Soluciones Técnicas .....	108
7.3.1. Cintas planas .....	108
7.3.2. Schindler Mobile .....	109
7.3.3. Kone Ecodisc.....	112
8. Normativa.....	114
8.1. De carácter general.....	114
8.2. De carácter Técnico .....	115
8.3. Accesibilidad .....	119
8.3.1. Marco estatal .....	119
8.3.2. Comunidades Autónomas .....	123
Aragón.....	123
Cataluña.....	124
Madrid .....	125
8.4. Reforma/Rehabilitación .....	129
Zaragoza .....	129
8.5. Subvenciones.....	133
Zaragoza.....	133
Barcelona.....	135
Madrid.....	136
Ejemplo .....	137
Bibliografía .....	144



## 1. Prefacio

### 1.1. Objetivos del proyecto

Este proyecto trata de hacer una visión global de la instalación de ascensores en edificios ya existentes carentes de dicho servicio. Este documento está pensado para la lectura de personas no entendidas (neófitas) en la materia por lo que no se entrará en descripciones demasiado técnicas o de carácter matemático. En una primera parte se hará una introducción histórica a la industria de la elevación para más tarde presentar un glosario en el que se enumera el principal vocabulario del sector de los ascensores para una mejor comprensión de la lectura del presente documento. En la siguiente sección se describirán los dos tipos principales de ascensor existentes en el mercado, hidráulicos y electromecánicos, más el progreso de estos últimos, los electromecánicos Gearless. Así mismo se añadirá una comparativa de diversos aspectos de dichas instalaciones.

La parte motivadora del proyecto es la siguiente, en la que se describen las diferentes soluciones posibles a los problemas planteados en la instalación de dicho servicio, también se enumeran una serie de innovaciones que en un futuro se espera que se popularicen o desarrollen en un mayor grado.

Por último, se hará una descripción de la legislación vigente que atañe a este tipo de servicios. Para finalizar con la enumeración de las subvenciones disponibles para la instalación de ascensores tanto a nivel nacional como a nivel local.

### 1.2. Origen

El proyecto tiene su origen en la realización de prácticas de empresa durante 6 meses en el curso pasado en una empresa instaladora de la ciudad de Zaragoza. La actividad, en su mayor parte, realizada en las mismas fue el estudio de la instalación de un ascensor en edificios existentes. Dicho proceso pasa por el conocimiento del estado del inmueble y el análisis de sus características para después elegir convenientemente los componentes e instalaciones auxiliares del ascensor.



### 1.3. Motivación

La principal motivación para la realización de este proyecto ha sido el plasmar por escrito los conocimientos adquiridos en ese periodo de prácticas, así como el deseo de poder mostrar dichos conocimientos a personas inexpertas en el sector de la elevación.



## 2. Historia de la Industria de la Elevación

A pesar de tener constancia de la existencia mecanismos elevadores de pasajeros desde el siglo III a. C. (Arquímedes), se puede decir que la industria de la elevación no surgió hasta el siglo XIX con los elevadores a vapor utilizados en la industria para elevar cargas. En este modelo la cabina estaba montada sobre un émbolo de acero hueco que caía en una perforación cilíndrica en el suelo. El agua forzada dentro del cilindro a presión subía el émbolo y la cabina, que caían debido a la gravedad cuando el agua se liberaba de dicha presión. En las primeras instalaciones la válvula principal para controlar la corriente de agua se manejaba de forma manual mediante sistemas de cuerdas que funcionaban verticalmente a través de la cabina.

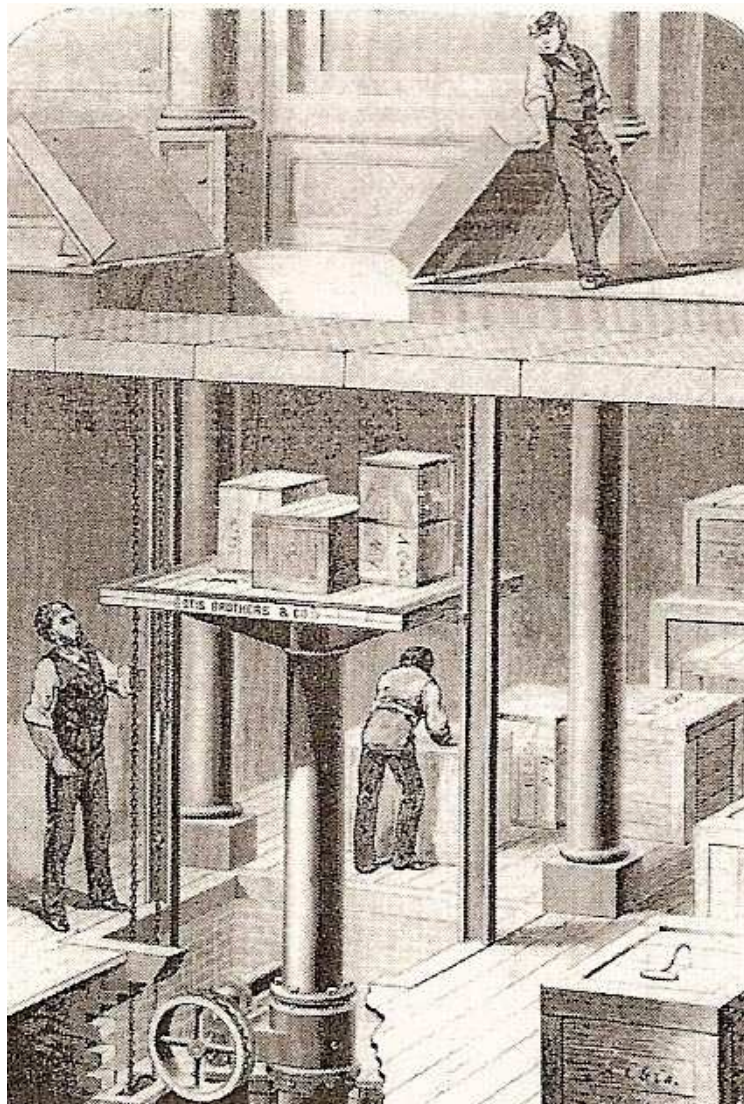


Figura 1. Ascensor Montacargas de vapor (Fuente: Officemuseum.com)





A medida que los edificios ganaban altura gracias a las innovaciones que se produjeron en la construcción, la necesidad de un sistema de transporte vertical en los edificios se hizo patente. Por ello, se empezó a instalar ascensores de vapor en las edificaciones pero debido a sus frecuentes accidentes su popularización no fue tan radical como se esperaba. No fue hasta la presentación del ascensor con “freno de seguridad” de Elisha Grave Otis en el New York Crystal Palace cuando se aseguró la viabilidad de estas instalaciones para el transporte de pasajeros, instalándose el primero de ellos en 1857 en un edificio de 5 plantas en la ciudad de Nueva York por parte de la empresa creada por Otis.



Figura 2. Retrato de Elisha Grave Otis (Fuente: Officemuseum.com)





En 1872 y gracias al ingenio del trabajador de Otis, C.W. Baldwin, se desarrolló el ascensor hidráulico. Pasando a su producción y explotación comercial en 1874. Estos primeros ascensores hidráulicos funcionaban gracias a la presión del agua que suministraban directamente las tuberías de la red de abastecimiento municipal, o mediante la fuerza de una bomba de agua instalada en un tanque de almacenamiento ubicado en lo alto del edificio. Un elevador de esta clase empleaba típicamente un motor hidráulico consistente en un pistón dentro de un cilindro. La cabina del ascensor se suspendía de un sistema de cables. El motor hidráulico del ascensor se controlaba tirando de las cuerdas que pasaban a través de la cabina de pasajeros. Una segunda variación del ascensor hidráulico consistía en una plataforma ubicada directamente sobre un pistón rígido. El problema de estos últimos era que el eje tenía que enterrarse en la tierra a una profundidad igual a la de la altura que debía alcanzar en su subida. Este hecho limitaba la altura máxima que podía conseguirse, aunque en 1902 Otis instalaba montacargas de esta clase en edificios de hasta 25 plantas.

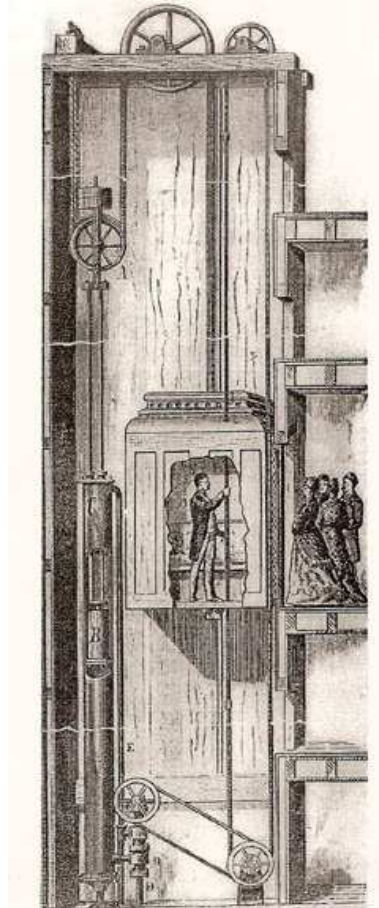


Figura 3. Ilustración de la instalación de un ascensor hidráulico (Fuente: Officemuseum.com)

En 1884, el londinense J.E. Hall desarrolló el modelo Paternoster, este curioso sistema consistía en una serie de cabinas entre dos cadenas paralelas movidas por un motor de vapor. Al estar continuamente en movimiento los usuarios debían subir y bajar con rapidez de las cabinas, teniendo el máximo cuidado de no quedar atrapados entre el techo y el suelo de la cabina o de caer por el hueco dejado entre cabinas. Aunque se idearon sistemas de seguridad nunca dejaron de tener un alto índice de incidencias relacionadas con la seguridad.

El verdadero nombre de este sistema era Elevador Cíclico pero el parecido a un rosario acabó por darle el nombre de Padrenuestro (Paternoster). Durante la primera mitad del siglo XX fueron populares en Europa, sobre todo en edificios públicos. Pero a pesar de su mayor capacidad de transporte de pasajeros que el resto de sistemas, su inseguridad le fue relegando cada vez más por el



desarrollo de tipos de ascensores más seguros. Aún hoy en día se pueden ver este tipo de instalaciones en funcionamiento en algunos países de Europa.

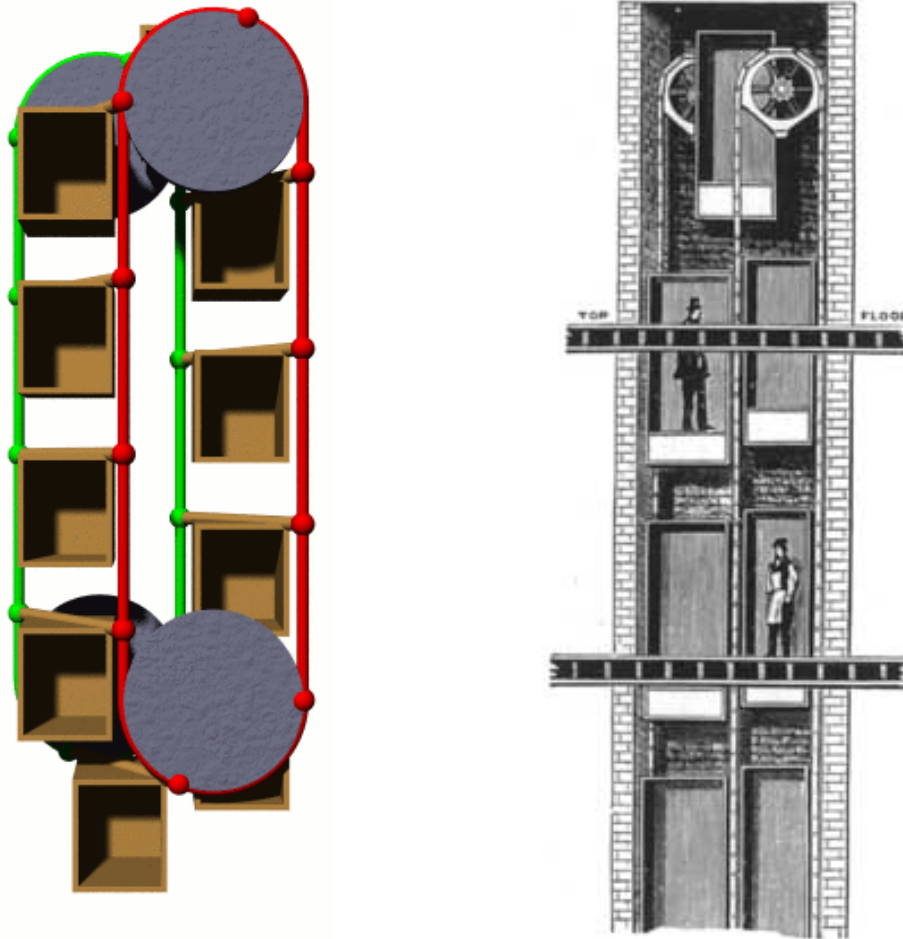


Figura 4. Esquema Elevador Paternoster (Fuente: Officemuseum.com)

En 1878 Siemens construye el primer elevador eléctrico en Mannheim, Alemania., los primeros ascensores eléctricos se instalaban en edificios de mediana altura debido a su lentitud de elevación. Sin embargo, los ascensores eléctricos con tambor no podían competir con los hidráulicos, el engranaje no era adecuado para una alta velocidad y los tambores no permitían tener un cableado suficiente para la altura de los edificios más altos. Los ascensores hidráulicos fueron el estándar hasta que en 1904 Otis introdujo su máquina eléctrica sin engranajes, la cual permitía superar alturas mayores con una velocidad aceptable gracias a que su mecanismo ya no era entorpecido por los engranajes de modelos anteriores.

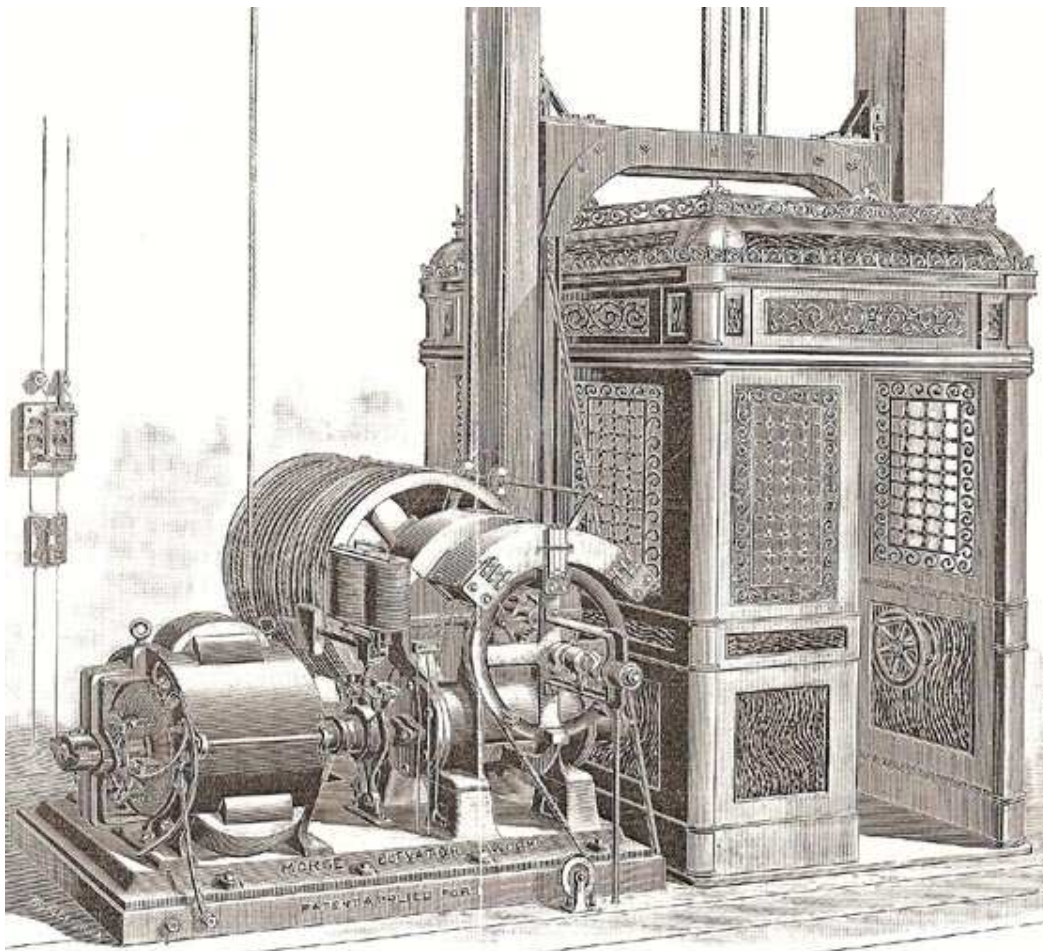


Figura 5. Ilustración de uno de los primeros ascensores eléctricos (Fuente: Officemuseum.com)



## 2.1. Presente

La industria europea de la Elevación se encuentra constituida en la actualidad por alrededor de 2000 empresas con una cantidad aproximada de 130000 personas trabajando en el sector. La tipología de las empresas se polariza en reducido número de empresas de gran tamaño trabajando a nivel multinacional y un gran número de empresas de pequeño y mediano tamaño con escasa proyección internacional.

Las empresas de gran dimensión tienen una estrategia altamente internacionalizada y cubren una amplia gama de producciones; las de pequeño y mediano tamaño están especializadas en uno o varios productos semejantes o que se pueden complementar; y, por último, hay empresas pequeñas que únicamente cubren determinadas tareas relacionadas con la instalación o el mantenimiento.

De lo anterior, se comprende que la cuota de mercado en la Unión Europea sea mayoritariamente de las grandes empresas, mientras que las pymes del sector se concentran en las actividades de mantenimiento.

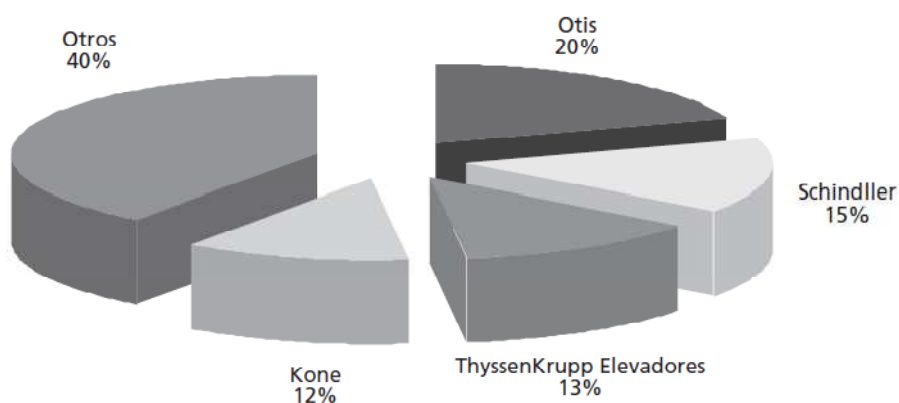


Figura 6. Cuota de mercado de nueva instalación en Europa en el año 2004 (Fuente: CCOO)

En España, el sector con un parque de ascensores de 650000 unidades emplea a aproximadamente a 25000 trabajadores. Existe una fuerte implantación de las multinacionales pero hay que destacar la gran competitividad que las empresas españolas tienen en el sector en todos los



niveles de actividad, es decir, fabricación, instalación y mantenimiento. Siendo estas dos últimas actividades junto con la modernización la parte más importante del sector ya que emplea a más del 50% de los trabajadores. Mientras que en la fabricación propiamente dicha, existe la tendencia de la especialización en componentes aislados o conjunto de ellos.

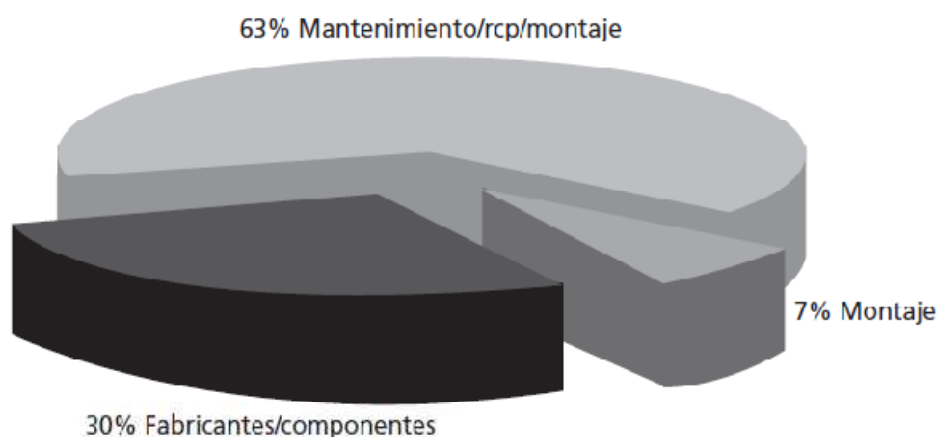


Figura 7. Gráfico de porcentaje de la actividad empresas españolas (Fuente: CCOO)

#### A. Fabricación de ascensores y componentes:

Las multinacionales del sector fabrican sus propios ascensores, pero en la mayoría de ellas gran parte de los componentes de estos ascensores son realizados por empresas proveedoras que les fabrican parte del ascensor o el ascensor completo.

Es una actividad de fabricación en taller, que consiste en elaborar los elementos de chapa del ascensor: puertas, cabinas, estribos, etc., así como los demás componentes y despieces. Otra parte importante es la fabricación de las maniobras electrónicas y eléctricas propias de estos vehículos, como los cuadros de maniobras, las botoneras y demás elementos electrónicos.

En este sector existe un gran porcentaje de trabajo externalizado a empresas suministradoras: el porcentaje de producción realizado fuera de los talleres de las propias empresas supera el 50%. Estas empresas, en sus orígenes de fabricación, realizaban la totalidad de los componentes del ascensor, y actualmente se dedican sólo a una parte: las cabinas, las puertas, los estribos





del ascensor... La mayor parte del despiece se realiza en empresas suministradoras.

#### B. La instalación-montaje:

Es una actividad de obra próxima al edificio, que consiste en instalar un ascensor en un inmueble en construcción o la adaptación en un edificio en rehabilitación. Los montadores trabajan en equipo, sobre obras de una duración de semanas, o un mes, dependiendo del número de ascensores a instalar o su dificultad.

En este sector un 50% de los trabajadores son subcontratados de las empresas instaladoras. Son trabajadores autónomos o empresas S.L. que realizan en montaje para dichas compañías.

#### C. El mantenimiento:

Permite garantizar el mantenimiento regular de un parque de ascensores, a menudo muy diversificado y a veces dispersado geográficamente. La actividad de servicio y contacto garantiza también la asistencia a los usuarios.

En este sector se están realizando cambios organizativos muy importantes con la implantación de medios informáticos y con la gran variedad de modelos que están ocupando el mercado de ascensores, por lo que es necesario el reciclaje formativo y la especialización del trabajo.

#### D. La modernización:

Consiste en renovar órganos o subconjuntos completos de un ascensor con el fin de garantizar la seguridad y los resultados de funcionamiento. Es el asunto de técnicos especializados que ejercen un oficio de análisis, de intervención y adaptación, demostrando al mismo tiempo una gran movilidad.

El aumento de las competencias, la experiencia y la formación continua permiten a la mayoría de ascensoristas hacer carrera en la profesión, evolucionando hacia funciones de mando de equipos, especialización técnica, responsabilidades comerciales o sociedad de consultoría.

Este subsector es semejante al del montaje en cuanto a que el 50% los trabajadores son ajenos a la empresa que mantiene la instalación o la instala.





## 2.2. Futuro

El futuro de la industria de la Elevación en nuestro país depende en gran medida del sector de la construcción, la gran contracción que ha sufrido esta última actividad ha impactado fuertemente en las empresas ascensoristas. La falta de nuevos inmuebles ha frenado la instalación en estas de los servicios de elevación.

La estrategia de las empresas en este ambiente de crisis se plantea en la compra de pequeñas empresas y/o parques de ascensores para su mantenimiento, de esta manera consiguen unos ingresos que suplen en cierta manera la obra nueva. Igualmente, gracias a la legislación y subvenciones que en muchas regiones de nuestro país se están llevando a cabo a favor de las rehabilitaciones y modernizaciones alientan a las empresas a que estas actividades aumenten su participación en los ingresos totales.

Dentro de las innovaciones técnicas, los ascensores pasan por la tendencia de la sostenibilidad y eficiencia energética. Para ello se está investigando en el área de materiales para buscar materiales más resistentes y ligeros, entre los que destacan los materiales compuestos. Así mismo, el uso de motores eléctricos síncronos junto con sofisticados sistemas de control permitirán ahorrar un importante consumo de energía, también en el ámbito de la energía se están desarrollando sistemas que aprovechen la energía desaprovechada en las frenadas o en las vibraciones del ascensor.

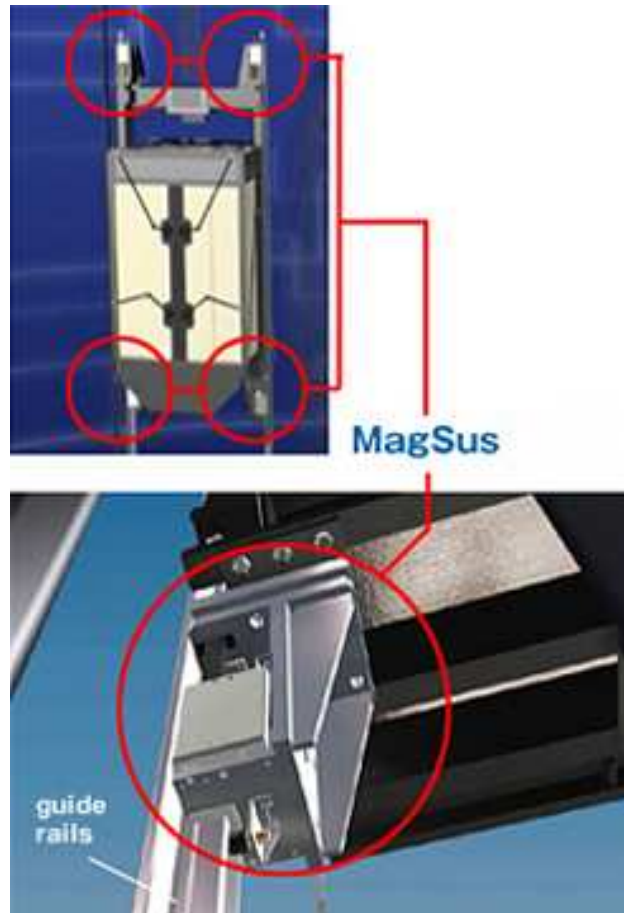


Figura 8. Esquema del sistema MagSus (Fuente: Toshiba)

Como una gran innovación se puede presentar el ascensor magnético, este tipo de ascensor fue presentado por la empresa japonesa Toshiba en el 2008. El sistema MagSus se basa en la combinación de imanes permanentes y electroimanes para el movimiento y confort de la cabina, de un modo parecido a los trenes de levitación magnética. Este avance permite construir ascensores más rápidos y con mayor altura de servicio, se planea que durante los próximos años Toshiba empiece a comercializarlos.



### 3. Componentes Generales

A continuación se muestran una serie de definiciones sobre conceptos fundamentales que van apareciendo a lo largo de la memoria a fin de facilitar la comprensión por parte del lector de todas las explicaciones, figuras, etc. En su mayor parte las definiciones han sido reproducidas de “El libro del Transporte Vertical” de Antonio Miravete y Emilio Larrodé.

*Amortiguador.-* Órgano destinado a servir de tope deformable de final de recorrido y constituido por un sistema de frenado por fluido o muelle (u otro dispositivo equivalente). También llamado Puffer.

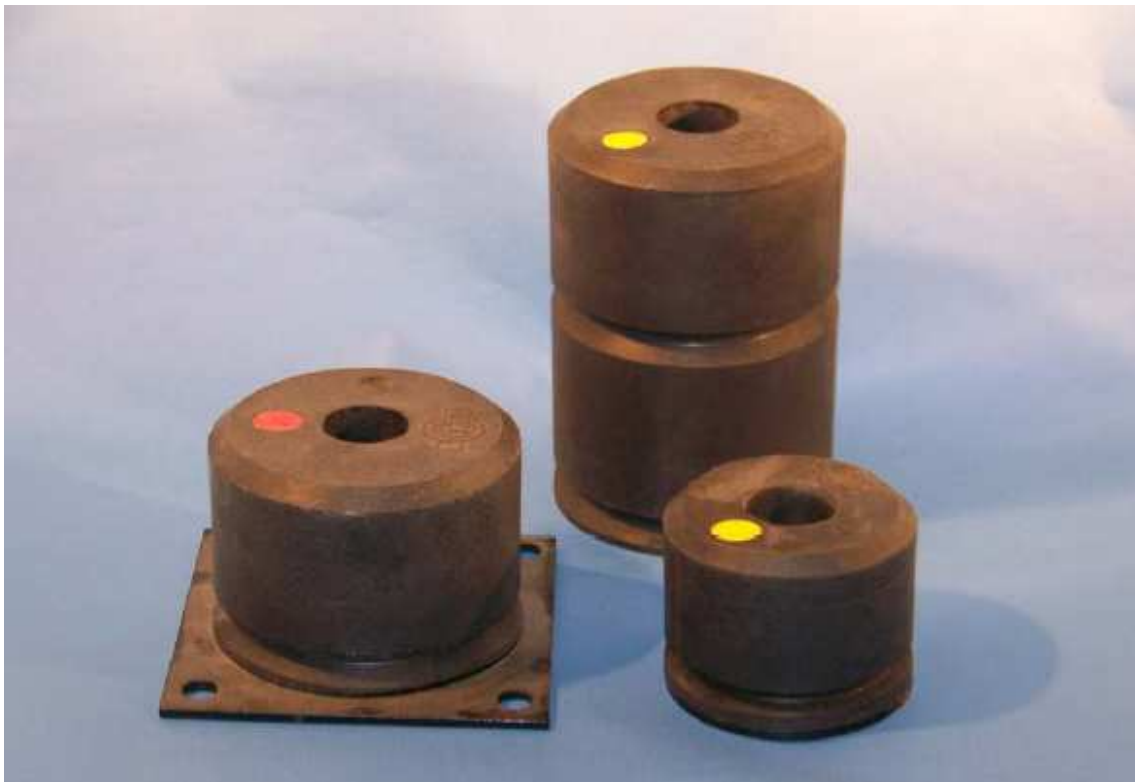


Figura 9. Amortiguadores de elastómero (Fuente: MACLA)

*Autonivelación.-* Operación que permite, después de la parada, el reajuste de enrase entre el piso y el suelo de la cabina durante las operaciones de carga y descarga mediante correcciones sucesivas.



**Bastidor o Chasis.**- Estructura metálica que soporta a la cabina o al contrapeso y a la que se fijan los elementos de suspensión. Esta estructura puede constituir parte integrante de la misma cabina. Las cabinas según su constitución se pueden dividir en chasis pórtico y chasis mochila dependiendo de la forma de colocar la cabina en ellos.

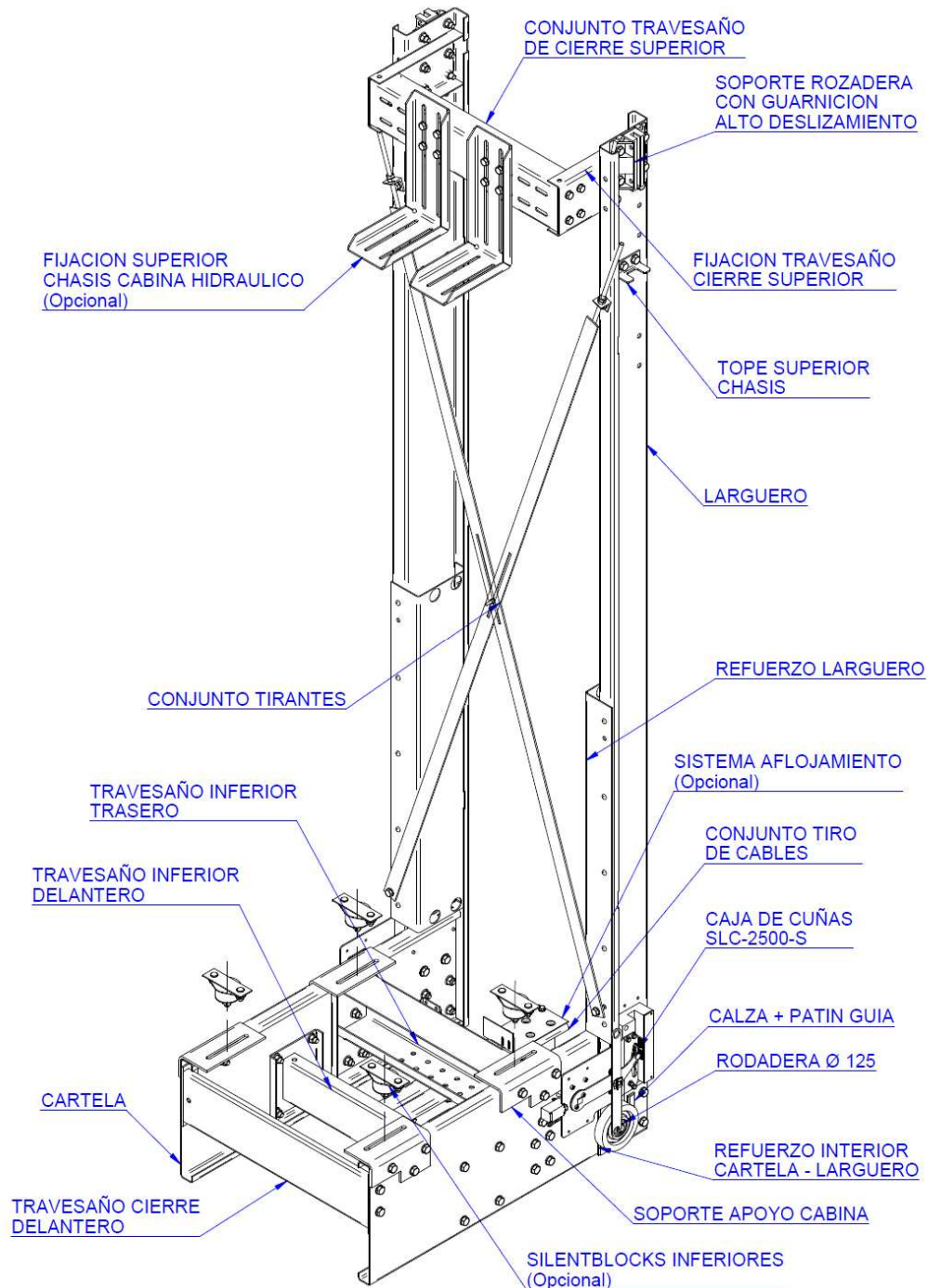


Figura 10. Chasis tipo Mochila (Fuente: Emesa)



La configuración del chasis Mochila permite colocar una cabina con la posibilidad de tener hasta 3 embarques.

Mientras que el chasis Pórtico solo permite cabinas de hasta 2 embarques enfrentados (a 180°)

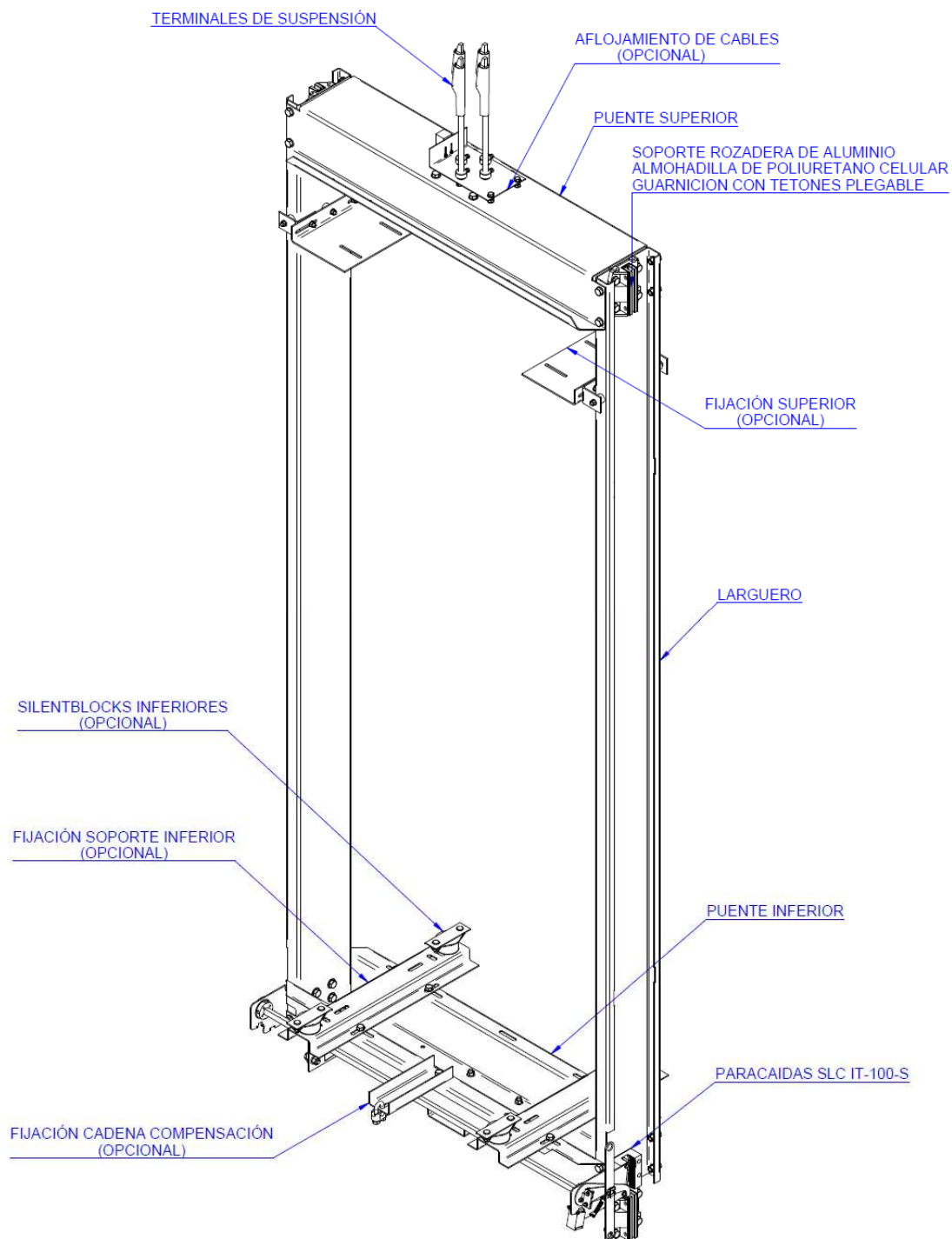


Figura 11. Chasis Pórtico (Fuente: Emesa)





*Cabina*-. Elemento del ascensor o del montacargas destinado a recibir las personas y/o la carga a transportar. En ella, se instalan elementos necesarios como la botonera, sistema de comunicación y emergencia y otros decorativos como pasamanos, iluminación o espejos.



Figura 12. Cabina (Fuente: Ascensores Bilbao)



*Carga nominal.*- Carga para la que ha sido construido el aparato y para la cual el suministrador garantiza un funcionamiento normal.

*Cuarto de máquinas.*- Local anexo al hueco del ascensor donde son situados los elementos motrices, normalmente en los ascensores de tipo electromecánico está situado en la parte de arriba del hueco.

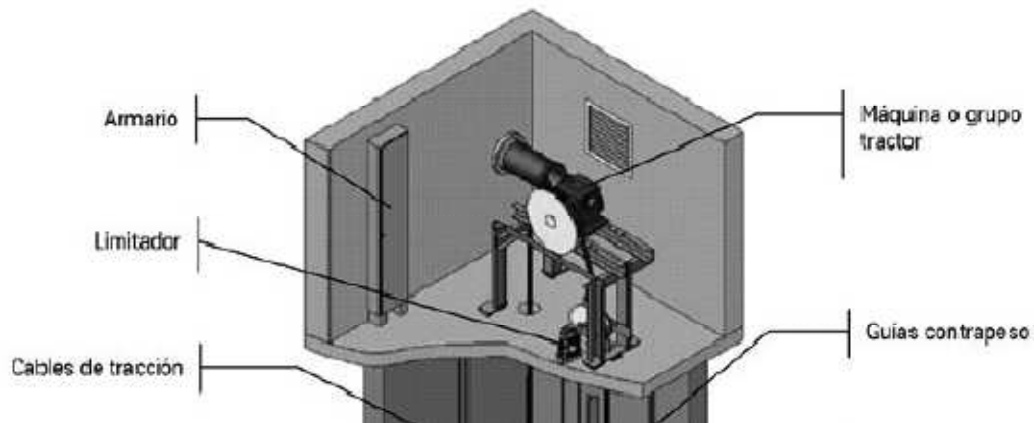


Figura 13. Cuarto de Máquinas

*Embarque.* – Cada uno de los posibles accesos a la cabina desde la planta de servicio.

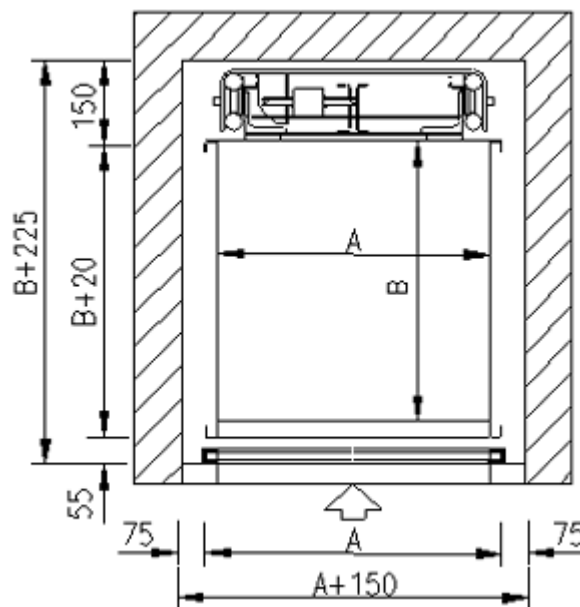


Figura 14. Embarque simple (Fuente: Ascensores Casas)



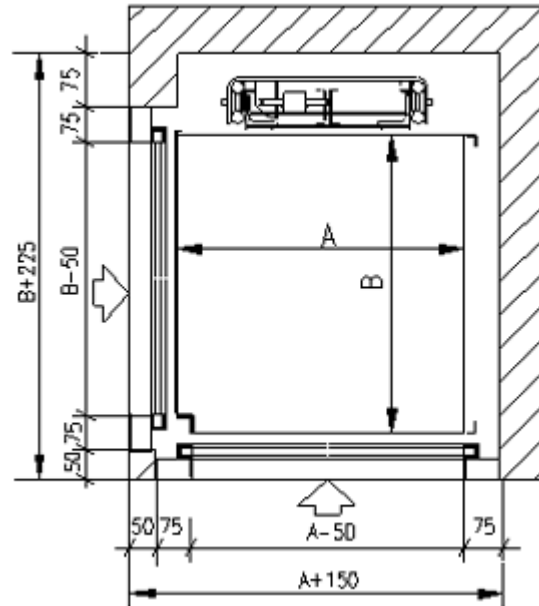


Figura 15. Embarque doble a 90° (Fuente: Ascensores Casas)

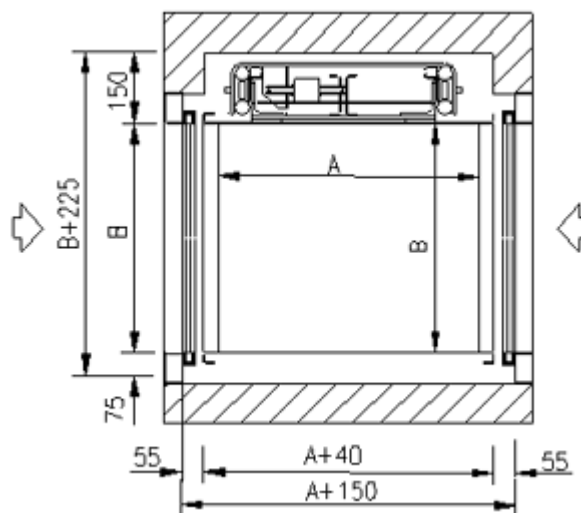


Figura 16. Embarque doble a 180° (Fuente: Ascensores Casas)

**Enclavamiento.-** Efecto que producen los dispositivos eléctricos o mecánicos de seguridad y/o protección, que impiden el movimiento del ascensor.

**Factor de Seguridad.-** Es la relación entre la carga de ruptura de los cables o elementos de suspensión obtenida multiplicando el número total de cables o elementos, (considerando todos los ramales en el caso de suspensión múltiple) por la carga de ruptura mínima de un cable o un elemento de suspensión y la carga estática suspendida.



*Foso.* - Parte del hueco situado por debajo del nivel de parada más bajo servido por la cabina.



Figura 17. Foso, se pueden apreciar los amortiguadores (Fuente: Hierros Merle)



*Guías.*- Elementos destinados a guiar la cabina o contrapeso, si existe. Así mismo absorbe los esfuerzos derivados del movimiento de la cabina en su movimiento ordinario y en caso de emergencia.



Figura 18. Guía con sujeciones (Fuente: Monteferro)



*Hueco.-* Recinto por el cual se desplaza la cabina y el contrapeso, si existe. Este espacio queda materialmente delimitado por el fondo del foso, las paredes y el techo.



Figura 19. Hueco de ascensor



*Limitador de velocidad.*- Órgano que, por encima de una velocidad ajustada previamente, ordena la parada de la máquina y si es necesario provoca la actuación del paracaídas.

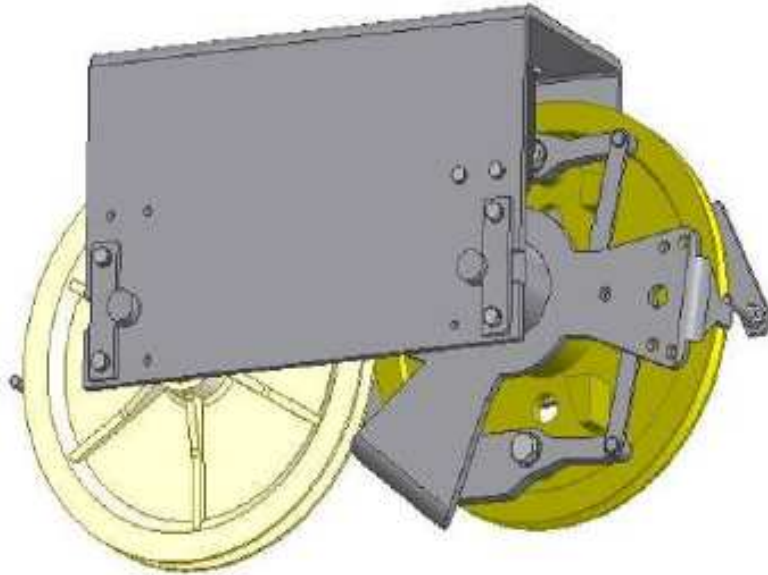


Figura 20. Representación Virtual de un limitador de velocidad (Fuente: Dynatech)

*Máquina.*- Conjunto tractor encargado del movimiento del ascensor.

*Montacargas.*- Aparato elevador instalado de forma permanente que sirve a niveles definidos, consta de una cabina inaccesible a las personas por sus dimensiones y su constitución, que se desplaza a lo largo de guías verticales.

*Nivelación.*- Operación que permite mejorar la precisión de parada de la cabina a nivel de los pisos.



*Operador de puertas.*- Dispositivo o grupo de éstos que abre y cierra la puerta de la cabina utilizando energía eléctrica.

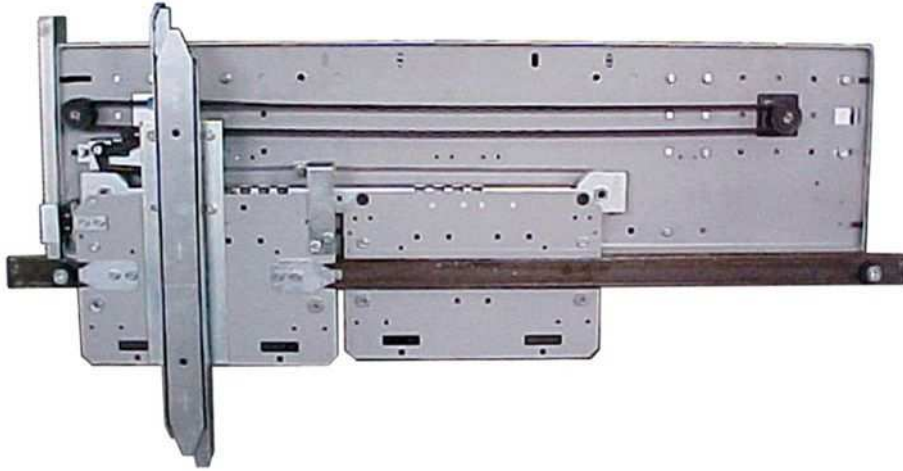


Figura 21. Operador de puertas (Fuente: Company)

*Paracaídas.*- Dispositivo mecánico que se destina a parar e inmovilizar la cabina o el contrapeso sobre sus guías en caso de exceso de velocidad en el descenso o rotura de los órganos de suspensión.

*Paracaídas de acción instantánea.*- Paracaídas cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato.

*Paracaídas de acción instantánea y efecto amortiguado.*- Paracaídas cuya detención sobre las guías se logra por bloqueo casi inmediato, pero de forma que la reacción sobre el órgano suspendido sea limitada por la intervención de un sistema elástico.



*Paracaídas progresivo.*- Paracaídas cuya detención sobre las guías se efectúa por frenado y en el que se toman disposiciones para limitar la reacción sobre el órgano suspendido, a un valor admisible.

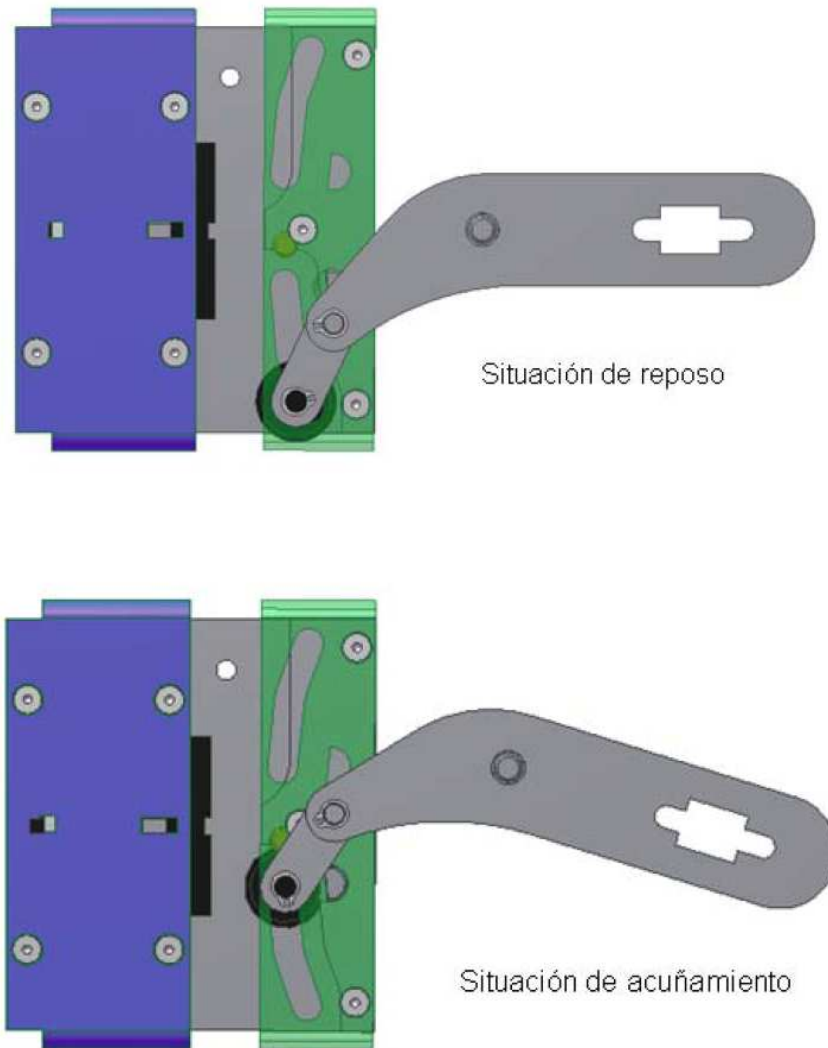


Figura 22. Esquema de funcionamiento de un paracaídas progresivo (Fuente: Dynatech)

*Recorrido.*- Es la distancia vertical medida entre los niveles de piso terminado de las paradas superior e inferior de un ascensor.

*Recorrido libre de seguridad.*- Distancia disponible, en los finales de recorrido de la cabina o del contrapeso que permite el desplazamiento de éstos, más allá de sus niveles extremos.





*Superficie útil.*- Es la superficie de la cabina que pueden ocupar los pasajeros y la carga durante el funcionamiento del ascensor, medida a un metro por encima del pavimento y sin tener en cuenta los pasamanos si existen.

*Suspensión.*- Conjunto de los elementos (cables, cadenas y accesorios) que sostienen y mueven la cabina y el contrapeso cuando existe, accionados por el grupo tractor.

*Velocidad nominal.*- Velocidad de la cabina para la que ha sido construido el aparato y para la cual el suministrador garantiza su funcionamiento normal.



#### 4. Solución Hidráulica

En esta solución la energía necesaria para la elevación de la carga es proporcionada por una bomba con motor de accionamiento eléctrico que transmite un fluido hidráulico a un cilindro que actúa de manera directa o indirecta sobre el chasis del ascensor.

Hoy en día el uso de esta solución se puede realizar en edificios de hasta 8 plantas (20-24 metros) debido a que a partir de esta longitud se produce un “efecto colchón”, el fluido dentro del pistón sufre una compresión que hace impreciso el funcionamiento del aparato. A partir de esta altura se deben estudiar soluciones específicas u optar por soluciones eléctricas.

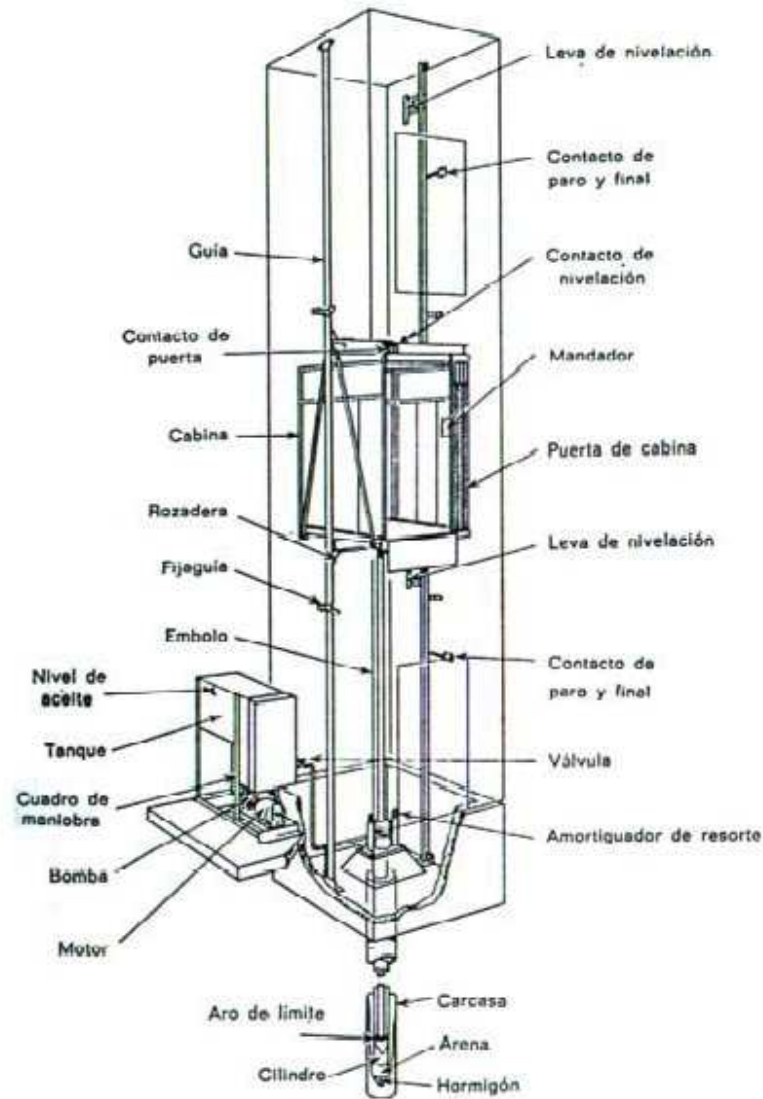


Figura 23. Representación Instalación Hidráulica

En los ascensores hidráulicos, el esfuerzo de tracción se realiza desde la base y las fuerzas estructurales quedan repartidas en el foso, a diferencia de un ascensor eléctrico, donde las cargas se “cuelgan” de la parte alta de la estructura. Esta característica los hace muy recomendables en edificios antiguos que no están contruidos para soportar las cargas en su parte superior y el esfuerzo es transmitido a la cimentación.

Este tipo de instalación está compuesta de una central hidráulica, grupo de válvulas, conducciones, pistón, fluido y obviamente el chasis y la cabina del ascensor.



Podemos diferenciar dos tipos de instalaciones hidráulicas atendiendo al movimiento relativo entre el pistón y la cabina, tracción directa y tracción diferencial (2:1).

En la primera por cada cm que se eleva el pistón, la cabina se eleva la misma distancia. Mientras que la tracción diferencial, por cada cm que se eleva el pistón, la cabina se eleva el doble.

La tracción diferencial se basa en la utilización de una polea en la cabeza del pistón y un sistema de cables amarrados a una placa de sujeción en el chasis del ascensor que duplica el recorrido como anteriormente se ha explicado. Mientras que el de tracción directa, el pistón es conectado directamente al chasis del ascensor.

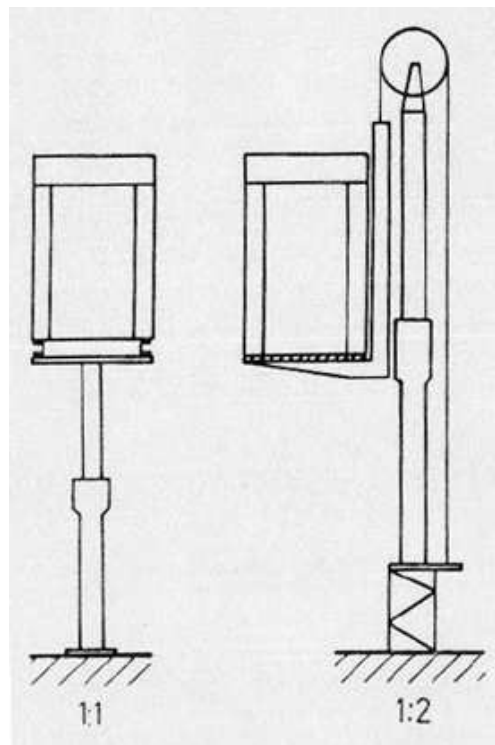


Figura 24. Tracción directa (1:1) y Tracción Indirecta (2:1)



#### 4.1. Central hidráulica

Realiza las funciones del grupo tractor, tiene como objetivo generar la presión adecuada en el fluido hidráulico para elevar el pistón del fluido.

Está compuesta por el conjunto motor-bomba y el depósito del fluido. El motor eléctrico es el encargado de accionar la bomba, la cual impulsa el aceite hacia el circuito abierto a través del grupo de válvulas.

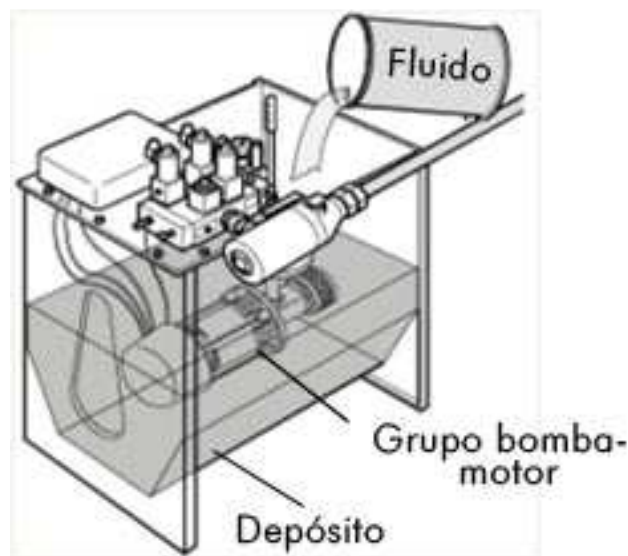


Figura 25. Central Convencional (Fuente: GMV)

Generalmente el motor ha estado siempre dentro de la central hidráulica, sumergido en el depósito pero en la actualidad los fabricantes se están decantando por ubicarlo fuera del depósito para conseguir ciertas ventajas como pueden ser una menor potencia para el mismo uso, menor volumen de aceite o menor coste del motor al no ser necesario que trabaje en ambiente húmedo.



Figura 26. Central con el motor externo (Fuente: GMV)

Gracias al compacto volumen de las centrales que están desarrollando los fabricantes es posible colocar en un mismo armario la central hidráulica, el grupo de válvulas y la electrónica encargada de la operación de la misma cuando antes debido a su tamaño no era posible.



Figura 27. Armario Central (Fuente: GMV)

El motor es asíncrono con arranque en cortocircuito (directamente conectado a la red) para bajas potencias, pero para los de mayor potencia (superior a 15 CV) son necesarios elementos de protección como pueden ser los arrancadores de estrella-triángulo de funcionamiento automático. En la actualidad, se están instalando sistemas de control en el arranque llamados “Soft Starter”, es un controlador electrónico para lograr tensión variable y limitación de corriente. El arranque Soft-Starter fundamenta su utilización en la





facilidad de ser controlado, para producir arranques suaves de acuerdo con las necesidades del ascensor.

A parte se consiguen las siguientes características:

- Programación de los parámetros de arranque del motor, tiempo de arranque, par de arranque y corriente de consumo
- Limitación en la potencia del motor
- Protección eléctrica del motor contra el fallo de la línea, del tiristor...

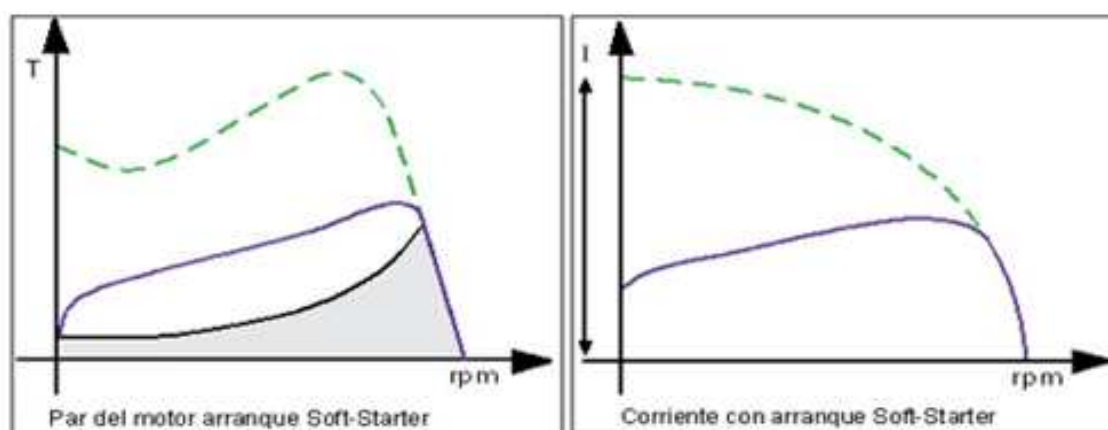


Figura 28. Grafica Comparativa Par–Revoluciones e Intensidad–Revoluciones

La bomba suele ser del tipo de husillos múltiples, pudiéndose utilizar también de engranajes o de pistones rotativas.

Las de tipo husillo, también llamadas de tornillos, son bombas de engranajes de caudal axial. Existen tres tipos de bombas de husillo: de un solo husillo, un rotor en forma de espiral excéntricamente en el interior de un estator. De doble husillo, dos rotores paralelos que se entrelazan al girar en una carcasa mecanizada con ciertas tolerancias. De triple husillo, un rotor central (motriz), y dos rotores que se entrelazan con el primero. En estas bombas, el fluido que rodea los rotores en la zona de aspiración es atrapado a medida que estos giran, es empujado y forzado a salir por el otro extremo. Las principales aplicaciones de este tipo de bombas son los sistemas hidráulicos donde el nivel sonoro debe controlarse.

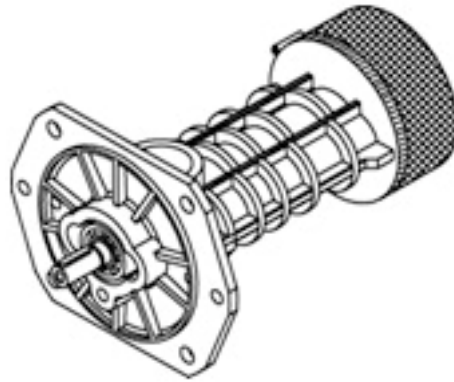


Figura 29. Bomba de Husillos

#### 4.2. Grupo de Válvulas:

Junto con el cuadro eléctrico, regula el caudal, el ascenso, la velocidad del pistón y demás características de movimiento del pistón. Convencionalmente se habían usado válvulas mecánicas pero la inclusión de la electrónica ha revolucionado este elemento. En la actualidad se instalan en su mayoría de tipo electrónico en la cual un microprocesador es el encargado de transmitir las órdenes de apertura a las válvulas, por motivos de consumo, seguridad y confort ya que los avances técnicos han permitido que estos elementos trabajen a mayor presión y menor fricción en su funcionamiento con un bajo nivel de ruido (6-8 decibelios).

##### Ventajas:

- El tiempo de recorrido del pistón es constante e independiente del tráfico que tenga que soportar
- Se pueden conseguir un alto número de arranques/hora (hasta 60) sin necesidad de refrigerador.
- Se pueden conseguir mayores velocidades nominales que con las válvulas comunes.
- Eficiencia energética: consigue una reducción de la potencia requerida de hasta un 50% y una reducción del consumo eléctrico de hasta un 80% con respecto a la mecánica.
- Confort: ofrece una excelente precisión de parada,  $\pm 3$  milímetros. El nivel sonoro también se reduce, y se incrementa la velocidad media por viaje. El funcionamiento es inmune a los cambios de temperatura.



- Ahorro: la válvula electrónica está optimizada para no calentar el aceite. Las instalaciones no requieren refrigerado, lo que supone un ahorro de dinero, de consumo de energía y tiempo de instalación. Por otra parte, también supone menos costes en conducciones y cuadros eléctricos, y menos costes de mantenimiento, ya que no requiere tantos ajustes.



Figura 30. Válvula Electrónica (Fuente: GMV)



#### 4.3. Conducciones

Las conducciones pueden ser de tipo rígido o flexible



Figura 31. Conducción Rígida (Fuente: GMV)

La mayoría de las veces será de tipo flexible con tramos como máximo de 15 metros ya que en los de mayor longitud se producen pérdidas de carga de importancia en la instalación, por su facilidad de montaje y su gran adaptabilidad.

Las características de las conducciones dependerán de:

- Caudal a transportar en l/min, que determina la sección interior de la conducción.
- Presión de servicio máximo que debe soportar y que determina el espesor del tubo.
- Forma de realizar los acoplamientos entre partes de la conducción.
- Sujeción de las conducciones y otros elementos. Atención particular a los golpes de ariete.
- Conexión de la conducción a los otros componentes.
- Formas del trazado de la tubería. Curvas, codos, tramos rectos horizontales y verticales, reducciones, acoplamientos, conexiones y otros.
- Rugosidad interior de la tubería.



Figura 32. Conducción Flexible (Fuente: GMV)

#### 4.4. Pistón

Cilindro vertical constituido por un pistón o vástago (elemento interior sometido a un movimiento vertical), un cilindro exterior y una camisa (espacio entre el vástago y la parte interior del cilindro) que al llenarse de aceite presiona el vástago hacia arriba y este provoca un movimiento ascendente moviendo la cabina hacia arriba.

El cilindro es un tubo de acero, que se instala siempre de manera vertical, cuyo extremo inferior está cerrado estando abierto el superior. Se compone de los siguientes elementos:

- Una cabeza soldada en su extremo superior a la que se fija el anillo sellador con sus guarniciones que constituyen la estopada, y que ajusta con el pistón que se mueve deslizándose por el interior del cilindro.
- Un racord al que se rosca el manguito de acoplamiento de la tubería del fluido.
- Un anclaje para fijar el cilindro sobre el foso.

Si el cilindro es muy largo, se suele fabricar en dos o más secciones que se roscan entre sí en obra. El pistón está formado por un tubo de acero estirado en frío, mecanizado, rectificado, pulido y bruñido. Lleva un aro roscado en su extremo inferior para su eventual salida del cilindro. Este aro puede actuar como un fin de carrera amortiguador si se dispone un alojamiento en el extremo superior del cilindro, en el que pueda encajar el aro del émbolo, amortiguando



su recorrido final el mismo aceite comprimido por el aro en el citado alojamiento.



Figura 33. Pistón (Fuente: GMV)

Si el pistón es muy largo, se fabrica de forma similar el cilindro en dos o más secciones que se unen mediante rosca en obra.

Los pistones telescópicos se utilizan en las instalaciones de mayor altura (hasta unos 20 metros), estos están compuestos por más de un vástago (de 2 a 4 etapas). Estos pueden ser de dos tipos, de sincronización hidráulica o mecánica.

En los primeros la sincronización se realiza mediante una serie de válvulas internas, tienen un máximo de 3 etapas y llegan a los 25 metros. Especialmente indicados para instalaciones con el pistón a la vista.

En los de sincronización mecánica, el funcionamiento de sincronización se obtiene gracias a un sistema de cadenas y piñones. En este tipo el pistón está invertido lo que le permite soportar mayores cargas, siendo ideal para montacargas y montacoches.



Las ventajas de los telescopios mecánicos son reducción del costo del equipo, no es necesario un sobrerrecorrido especial, menor espacio necesario para la instalación del pistón y mayor seguridad por contar con un dispositivo contra la rotura eventual de las cadenas.

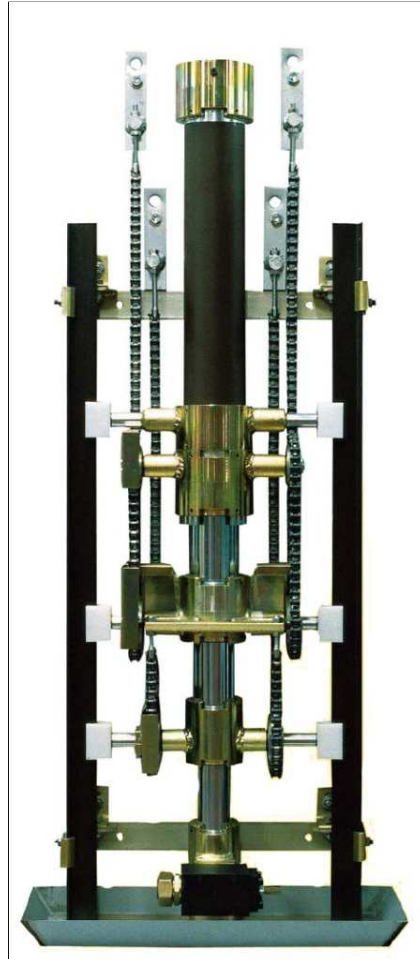


Figura 34. Pistón Telescópico con sincronización mecánica (Fuente: GMV)

Existen dos tipos de accionamientos del pistón, como anteriormente hemos descrito:

- Acción directa, en la que el pistón impulsa directamente el chasis donde está colocado la cabina.
- Acción indirecta, el chasis es impulsado mediante cables apoyados en una polea colocada al final del pistón como se puede ver en la siguiente imagen siendo normalmente de suspensión 2:1.





Figura 35. Polea en cabeza de pistón



Respecto al tiro directo, existen dos opciones:

- Tiro directo lateral: el pistón está apoyado en el foso, cerca de alguna de sus paredes, de forma que empuja al bastidor desde la parte superior.
- Tiro directo central: el pistón está enterrado y empuja al bastidor de la cabina desde abajo.

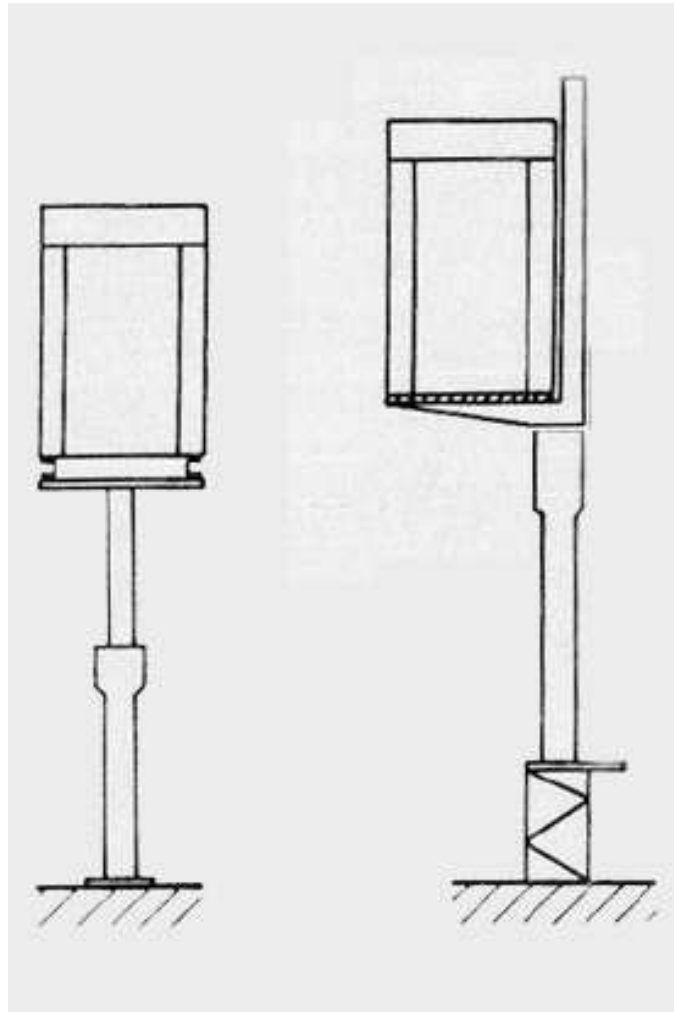


Figura 36. Esquema Tiro Directo y Tiro Lateral, respectivamente

#### 4.5. Fluido

Es el elemento encargado de transmitir la energía de la bomba al pistón, por lo tanto la elección del mismo dentro de las posibilidades existentes determinará funcionamiento y mantenimiento entre otros.



En el sector se utilizan fluidos de dos tipos, los minerales y los sintéticos. Los primeros están derivados del petróleo poseyendo unas buenas características a un bajo precio, mientras que los ecológicos son de base sintética igualmente poseen muy buenas características de operación pero de un coste mayor que los minerales.

En la actualidad, debido al interés por el medio ambiente y nueva legislación el sector se está decantando por fluidos ecológicos.

Todo fluido hidráulico debe cumplir cuatro objetivos principales:

- Transmitir potencia: como medio transmisor de potencia, el fluido debe poder circular fácilmente por el circuito con la menor pérdida de carga.
- Lubricar y proteger: en la mayoría de los mecanismos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido con el fin de reducir la fricción entre los elementos que se deslizan uno contra otro (ejemplo, paleta-anillo) sobre una película del fluido, para que la vida de los mismos sea lo más larga posible. Para conseguirlo, se debe mantener una viscosidad adecuada a la temperatura de servicio, protegiendo las superficies del desgaste, corrosión y herrumbre, manteniéndolas al mismo tiempo libre de impurezas.
- Estanquidad: en muchos casos el fluido cumple funciones de sellante o junta dentro de los mecanismos.
- Refrigerar: las fugas internas y el rozamiento interno de los componentes hidráulicos generan calor; este calor debe ser distribuido ya sea mediante los dispositivos adecuados (intercambiadores) y a través de las líneas y tanques de almacenamiento. la función del fluido es transportar ese calor generado a los puntos donde será disipado para evitar puntas de temperatura en los puntos de generación.



## 5. Solución Electromecánica

La solución electromecánica se caracteriza por la utilización de un motor eléctrico para transmitir la fuerza elevadora a los cables de suspensión es la tracción, que se obtiene por la fricción entre las ranuras de la polea motriz de la máquina y los cables colocado todo ello en una sala de máquinas.

En las soluciones electromecánicas las fuerzas estructurales son transmitidas a la losa del cuarto de máquinas o a la pared donde es fijada la maquinaria en el caso de los sin cuarto de máquinas por lo que tendremos que asegurarnos que las mismas podrán soportar el peso y los esfuerzos que provocan la instalación.

Este tipo de instalación no tiene ningún tipo de limitación en cuanto a los metros de servicio, así como de velocidad, superando fácilmente el 1m/s que tiene como máximo una solución hidráulica.

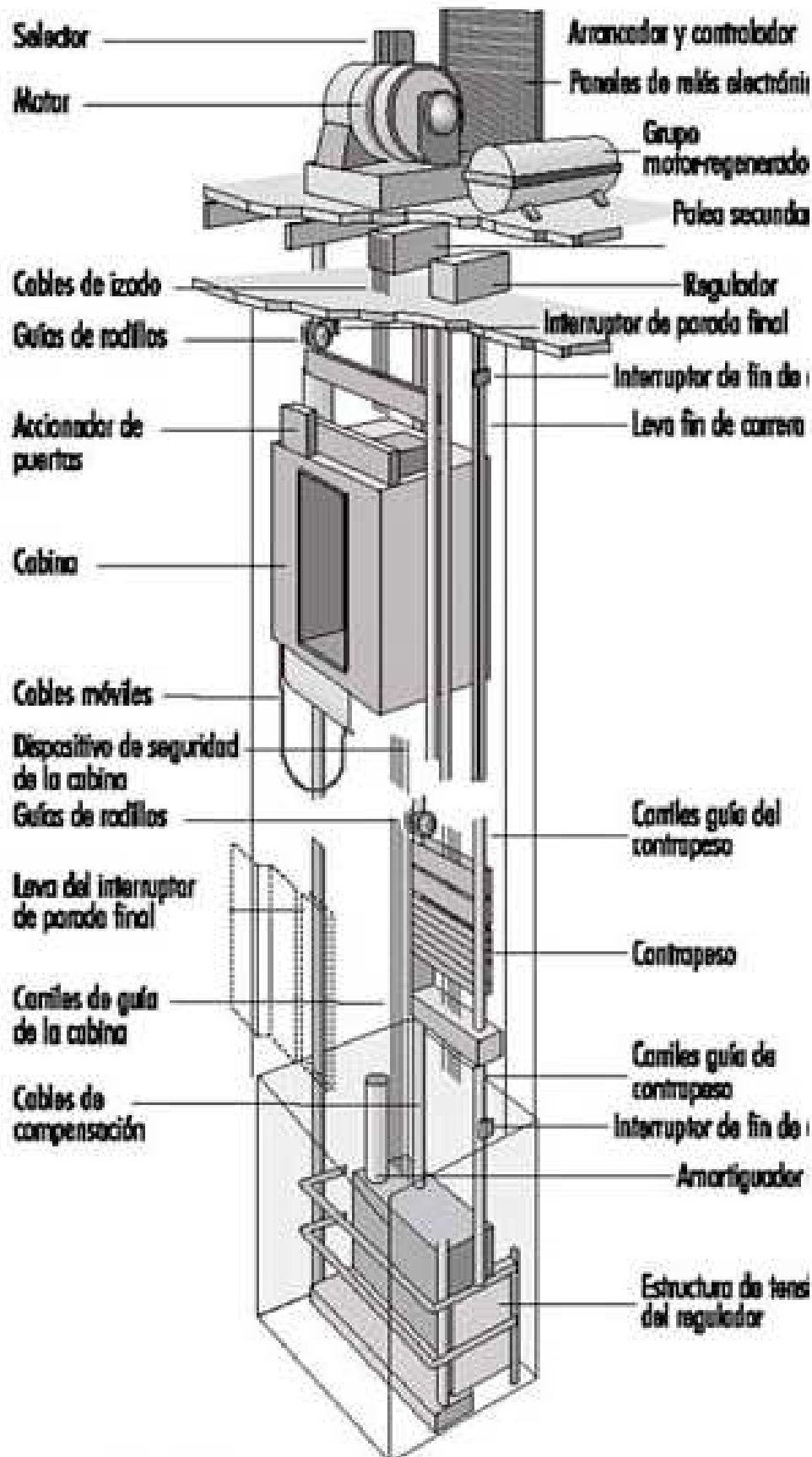


Figura 37. Esquema Instalación Electromecánica



El grupo tractor puede estar colocado en diferentes lugares dentro del hueco de la instalación, cada solución tendrá ventajas y desventajas aunque la mayoría de las veces la posición dependerá de la disponibilidad de espacio y la resistencia del hueco.

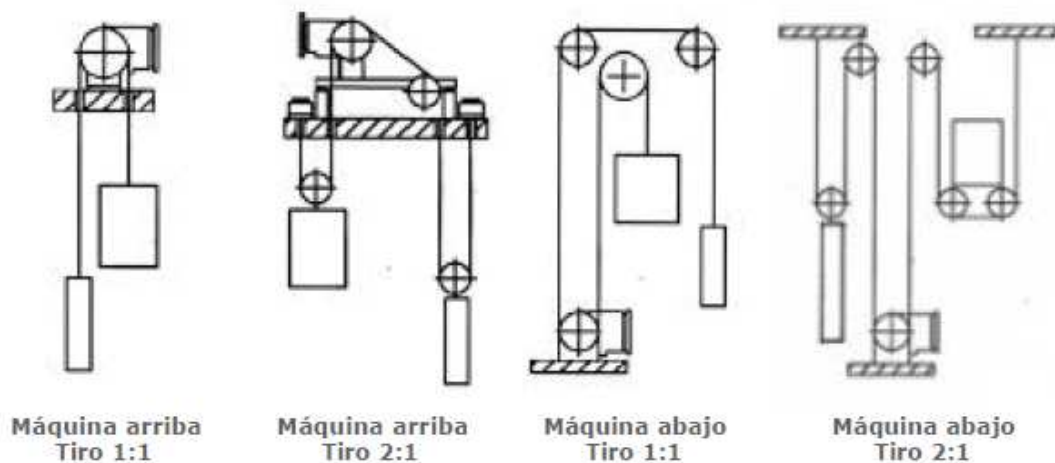


Figura 38. Esquema de las posibles disposiciones de la instalación electromecánica

Este tipo de soluciones están compuestas por el grupo tractor, polea de desvío y el contrapeso, y por supuesto los cables de acero de suspensión.

El grupo tractor a su vez está compuesto por el motor, freno, reductor, polea de tracción y el volante de inercia.

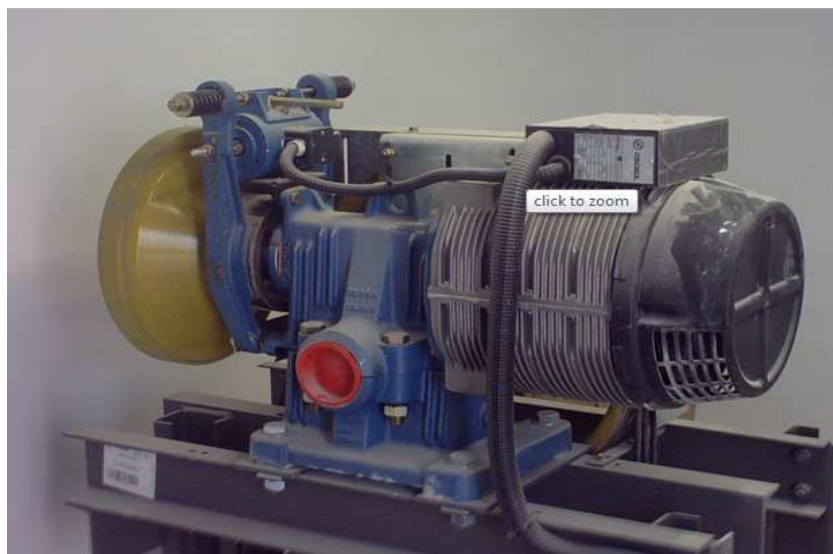


Figura 39. Grupo Tractor (Fuente: COMAQ)







### 5.1. El motor

Este elemento se elegirá en función de la velocidad y el servicio que posteriormente den. Este puede ser de dos tipos, de corriente alterna o corriente continua.

#### 5.1.1. Motores de Corriente Alterna

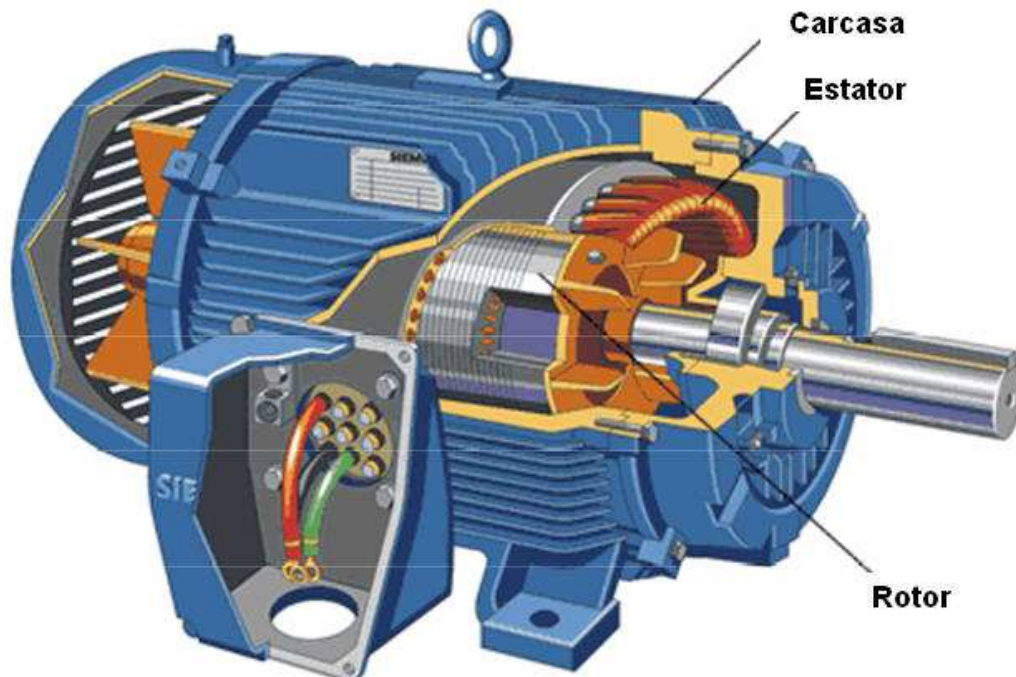


Figura 40. Motor de Corriente Alterna

##### 5.1.1.1. De una velocidad

Se utilizan en ascensores con velocidades de hasta 0,70 m/s, el nivel de confort es bajo ya que no permiten una regulación de velocidad para las paradas por lo que se utilizan en aplicaciones industriales y soluciones de bajo costo en viviendas.



#### 5.1.1.2. De dos velocidades

Ofrece un mayor confort gracias a la posibilidad de utilizar otra velocidad para el frenado con error mínimo, de funcionamiento seguro y capaz de soportar tráfico intenso con velocidades de hasta 1 m/s. Los grupos tractores se equipan con motores trifásicos de polos conmutables, con una velocidad rápida y otra lenta según la conexión de los polos mediante un dispositivo de control de maniobra.

#### 5.1.1.3. Con variador de frecuencia

Es un dispositivo que rectifica la tensión alterna trifásica de la red eléctrica (220V ó 380V), en una tensión alterna de módulo y frecuencia variables.

Esta tensión alterna de frecuencia variable se puede utilizar para controlar la velocidad de motores trifásicos de jaula de ardilla. Como consecuencia, aplicándolo a un ascensor, podemos hacer aumentar o disminuir las revoluciones de un motor al máximo o al mínimo, en el tiempo y la forma que deseemos, consiguiendo con ello un gran confort para el viajero y un mejor provecho en los componentes electromecánicos que forman el conjunto del ascensor, como son el motor, el freno, la máquina, los cables etc., alargando considerablemente la duración de los mismos.

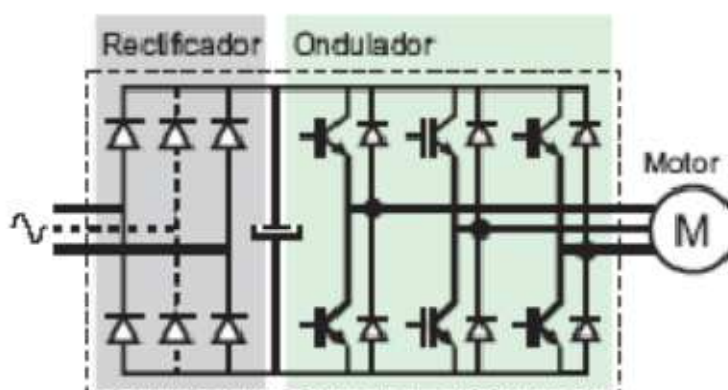


Figura 41. Esquema Electrónico Variador de Frecuencia



### Composición de un variador de frecuencia

Los variadores de frecuencia están compuestos por:

Etapa Rectificadora. Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.

Etapa intermedia. Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.

Inversor o "Inverter". Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobrecorriente, sobretensión, baja tensión, cortocircuitos, puesta a masa del motor, sobretemperaturas, etc.

Etapa de control. Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc. Los variadores más utilizados utilizan modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia

El Inversor o Inverter convierte la tensión continua de la etapa intermedia en una tensión de frecuencia y tensión variables. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi senoidal en el motor.

La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor. Por otra parte, los IGBT's generan mayor calor.

Las señales de control para arranque, parada y variación de velocidad (potenciómetro o señales externas de referencia) estén aisladas galvánicamente para evitar daños en sensores o controles y evitar ruidos en la etapa de control.



### 5.1.2. Motores de corriente continua con convertidor de alterna-continua

En este caso, la corriente continua rectificada se regula mediante un equipo formado por una dinamo taquimétrica, un programador, un comparador y un amplificador electrónico que actúa sobre dos grupos rectificadores, en grupo de carga positiva, en que el elemento motor actuará como motor, y otro para carga negativa en que el elemento motor funcionará como generatriz.

En este equipo el freno mecánico no interviene más que para mantener inmóvil el aparato elevador una vez detenido, o para parada de emergencia.

## 5.3 Freno

### 5.3.1. Freno Mecánico

El sistema de frenada del ascensor debe ponerse en funcionamiento automáticamente en caso de una pérdida de energía eléctrica en los circuitos de control. Este sistema se lleva a cabo mediante un freno de fricción electromecánico. El par de frenada debe ser capaz de frenar de forma segura el ascensor con una carga equivalente al 125% de la carga nominal y de bloquearlo después de la parada.

El tambor sobre el que actúa el freno debe ser acoplado por un enlace mecánico a la polea o al piñón, o al tambor de arrollamiento que la tracción de los cables.

Sobre el tambor del freno actúan dos zapatas empujadas fuertemente por sendos resortes, cuya tensión es regulable, para disminuir o aumentar la tensión. Las zapatas son separadas de tambor, cuando se pone en tensión el electroimán que las acciona. Por tanto en posición de reposo, el grupo tractor está frenado. De esta manera cualquier fallo en el suministro de energía eléctrica, produce la parada inmediata del ascensor.



### 5.3.2. Freno eléctrico

El freno de corrientes parásitas de Foucault sin anillos ni colector forma un solo bloque con el motor. Consta también de un programador con los valores nominales de frenado, y una dinamo tacométrica colocada en el eje del grupo tractor, que suministra una tensión proporcional a la velocidad de éste. De esta forma, esta tensión es transmitida a un comparador-amplificador que produce una tensión resultante, que una vez amplificada, se aplica al electrodo de mando o puerta de los tiristores que producen la corriente continua, que actuando sobre el freno de Foucault, va produciendo el frenado justo para la parada suave y a nivel.

Al iniciarse el frenado, se habrá desconectado el motor de la red. El freno mecánico actúa solo para inmovilizar el ascensor una vez que se ha detenido totalmente la cabina.

### 5.3.3. Accionamiento de emergencia

En el extremo libre del motor llevan los grupos tractores o pueden acoplarse, un volante sin manivela ni agujeros para accionar a mano el ascensor, separando previamente las zapatas por medio de una palanca adecuada. Así, en caso de avería o corte del suministro de corriente eléctrica, puede ponerse el suelo de la cabina, a nivel del piso más próximo para facilitar la salida de los viajeros. Antes de realizar un accionamiento de emergencia debe desconectarse el interruptor principal para aislar el motor de la red.

El desbloqueo del freno, debe exigir el esfuerzo permanente de la persona que lo acciona.

En el volante debe marcarse con flechas el sentido del giro para subir o bajar el ascensor.

La norma UNE EN 81 añade tres recomendaciones más:

- El esfuerzo para el accionamiento a mano del ascensor no debe ser superior a 400 N. Y si lo es, debe equiparse con una maniobra eléctrica de socorro.



- Si el volante es desmontable, debe encontrarse en lugar accesible y destinado a este efecto, en el cuarto de maquinas. Si hay más de una máquina, dense estar marcado cada volante para evitar confusiones.
- Debe ser posible controlar desde el cuarto de máquinas, si la cabina se encuentra a nivel de un piso. Ese control puede realizarse por medio de marcas sobre cables de suspensión o sobre el cable del limitador de velocidad.

#### 5.4. Reductor

Es el elemento encargado de la transmisión del movimiento del motor a la polea motriz. Está formado, en la mayoría de los casos, por un sinfín de acero engranado con una corona de bronce, montados en una carcasa o cárter de fundición que muchas veces forma un conjunto con las guías sobre las que se asienta el motor. El ajuste de engranaje del sinfín y corona se realiza mediante un cojinete axial de doble efecto acoplado al eje sinfín.

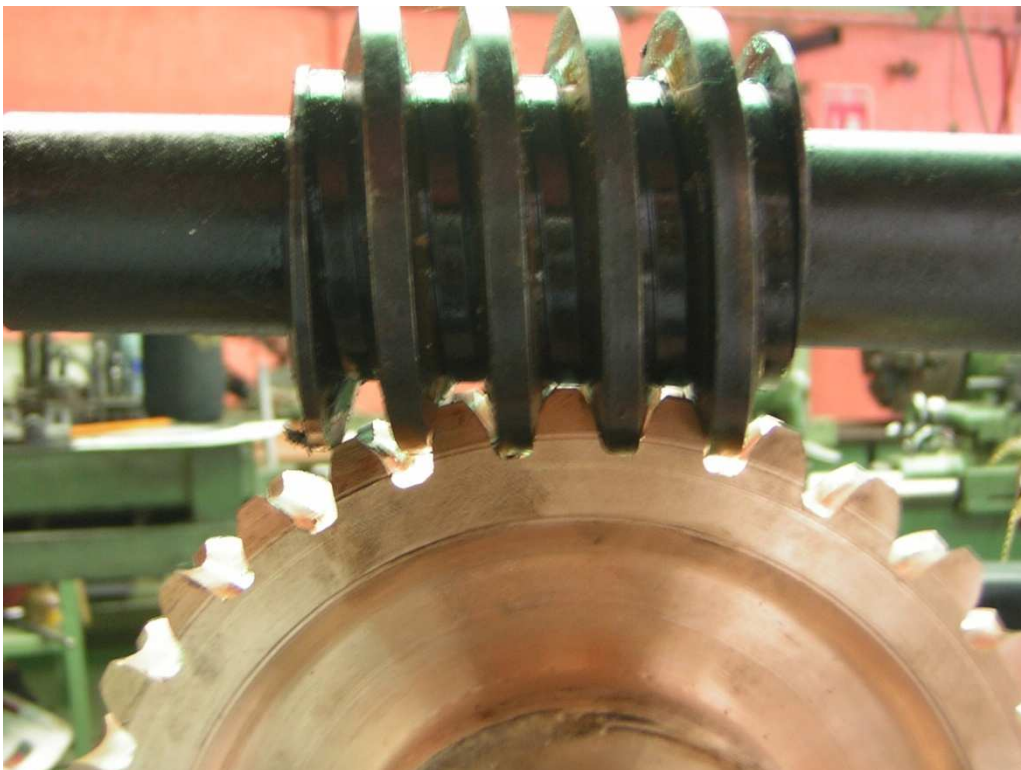


Figura 42. Engranaje eje sinfín



La norma EN 81-1, recomienda proteger las poleas y piñones (si se utilizan cadenas) de tracción para prevenir la caída de cuerpos extraños entre los cables y las gargantas de las poleas o entre las cadenas y los dientes de los piñones cuando la máquina está en la parte inferior del recinto.

Las ventajas de la transmisión corona y tornillo sinfín son:

- Compacta y de menores dimensiones que otros tipos
- Menor gasto en mantenimiento al poseer menos piezas móviles
- Silenciosa
- Resistente

El eje del tornillo sinfín está biapoyado. Normalmente este eje está dispuesto en la parte inferior de la corona. Solo en algunos casos de cargas medias o bajas está dispuesto en la parte superior. El ángulo de presión del tornillo sinfín suele ser de 15 o 20 grados. Si se aumenta a partir de este valor los dientes están sometidos a elevadas cargas de compresión y se requiere la utilización de lubricantes para altas presiones.





### 5.5. Polea de Tracción

Es la encargada de transmitir el movimiento de rotación en el de traslación vertical por medio de los cables sin deslizamiento.

Las poleas que arrastran los cables por adherencia tienen tres características que las definen: su diámetro, el perfil de sus gargantas o canales y el material de que están construidas.

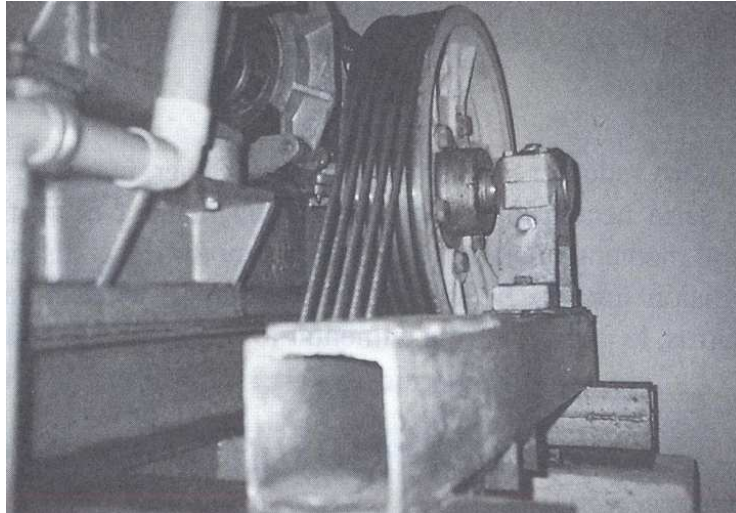


Figura 43. Polea de Tracción en instalación

El diámetro viene en parte determinado por la velocidad de desplazamiento de la cabina, teniendo un límite inferior, ya que la duración del cable es tanto mayor, cuando mayor sea la relación entre el diámetro de la polea y el diámetro del cable. La norma EN 81 fija esta relación en un mínimo de 40.

El perfil de las gargantas de las poleas de arrastre, tiene una influencia en la duración de los cables. Si la garganta de la polea es demasiado estrecha, el cable queda enclavado en ella. Y si es demasiado ancha, no encuentra el apoyo necesario y el cable se aplasta. Los perfiles más utilizados son los trapezoidales y los semicirculares.

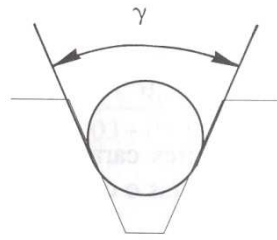


Figura 44. Garganta Trapezoidal

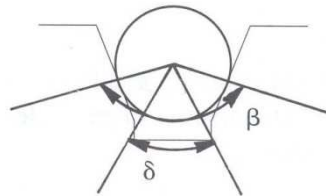


Figura 45. Garganta Trapezoidal, ángulos de apoyo del cable indicados

Mediante las gargantas trapezoidales o de cuña se consigue una buena adherencia de las poleas con los cables, pero a costa de una gran presión que acelera el desgaste del cable y garganta.

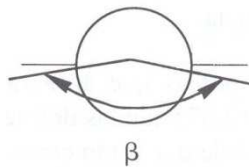


Figura 46. Garganta semicircular

Con las gargantas semicirculares, se obtiene menor adherencia pero tiene una duración mucho mayor de cable y garganta, siendo el ángulo de apoyo del cable más favorable el de 120° a 150°.



### 5.6. Volante de Inercia

Antiguamente en los ascensores de una única velocidad era necesario este dispositivo para la correcta nivelación de la cabina con cada piso, pero hoy en día la mayoría de los ascensores poseen máquinas de dos velocidades o con variador de frecuencia para el control de la nivelación por lo que este elemento está siendo eliminado. Por lo tanto únicamente es necesario para los ascensores de una sola velocidad para equilibrar la masa móvil.

### 5.7. Polea de Desvío

La polea de tracción ha de ser capaz de accionar la cabina y el contrapeso sin deslizamientos, para ello, los cables deben de tener contacto con la polea de tracción en un arco superior al mínimo necesario. Con el grupo tractor en la parte superior del recinto, el ángulo máximo del arco de contacto será  $180^\circ$  si el diámetro de la polea tractora es igual a la distancia entre el amarre de los cables en el bastidor de la cabina y el amarre del contrapeso, hecho que raras veces ocurre por lo que hay que recurrir a la instalación de una polea de desvío para situar los cables de suspensión a la distancia necesaria. Dicha polea se coloca a una altura inferior que la polea de tracción para conseguir ángulos superiores a  $90^\circ$  si fuesen colocadas a la misma altura.

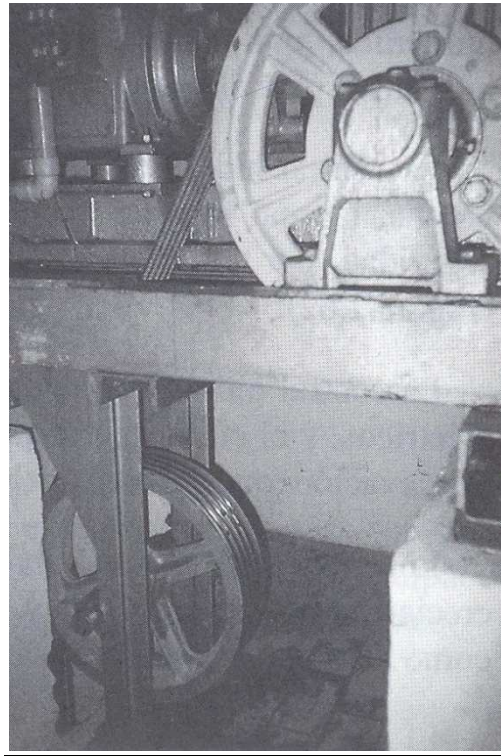


Figura 47. Polea de tracción (superior) y polea de desvío (inferior)

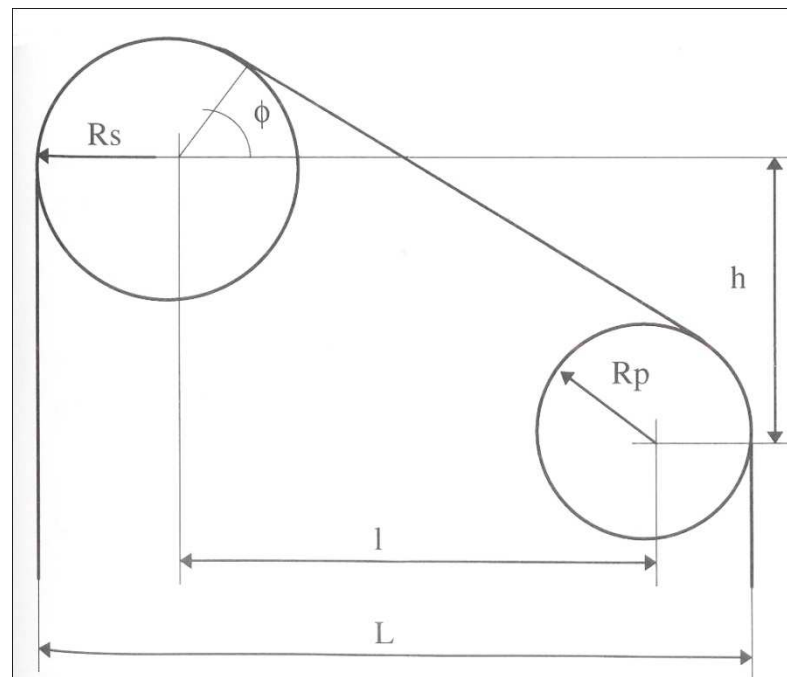


Figura 48. Esquema de distancias y ángulos entre la polea de tracción y desvío



### 5.8. Contrapeso

Tiene como objetivo equilibrar el peso de la cabina y de una parte de la carga nominal, que suele estar en torno al 50%. De esta forma, se reduce considerablemente el peso que debe arrastrar el grupo tractor, disminuyendo así la potencia necesaria para la instalación.

Si el edificio fuese de gran altura sería necesaria la cadena de compensación como su propio nombre indica para compensar el peso en las operaciones de subida y bajada.

Los contrapesos están constituidos por bloques de fundición o de hormigón, pudiéndose combinar, unidos por un bastidor o como mínimo por dos tirantes de acero, calculados para trabajar con un coeficiente de seguridad de 5. Cuando el recinto (hueco del ascensor) está sobre paso frecuentado por personas, su bastidor ha de tener instalado un paracaídas.



Figura 49. Contrapeso, pesas en amarillo



### 5.9. Cables

Un cable metálico es un elemento constituido por alambres agrupados formando cordones, que a su vez se enrollan sobre un alma formando un conjunto apto para resistir esfuerzos de extensión.

Los elementos componentes del cable son:

- Alambres: generalmente de acero trefilado al horno, con carga de rotura a tracción entre 1200 y 2000 MPa
- Almas: son los núcleos en torno a los cuales se enrollan los alambres y los cordones. Suelen ser metálicas, textiles (cáñamo, algodón, etc....)
- Cordones: son las estructuras más simples que podemos constituir con alambres y almas: se forman trenzando los alambres, bien sobre un alma o incluso sin alma.
- Cabos: son agrupaciones de varios cordones en torno a un alma secundaria utilizados para formar otras estructuras.

La estructura transversal de los cordones está estrechamente relacionada con el trenzado longitudinal de los alambres, pudiendo ser este:

- De pasos iguales en cordones con alambres diferentes. En ellos los alambres no se entrecruzan si no que se apoyan unos en otros en toda su longitud, consiguiéndose una mayor flexibilidad, mayor resistencia a la compresión y mayor capacidad de carga.
- Normal o de ángulos iguales: Todos los alambres son de igual diámetro, formando el mismo ángulo de cableado, por lo que los pasos de cada capa de alambres son distintos y proporcionales a los diámetros medios de cada capa.

Tanto en unos como en otros, el torcido de los cordones sobre el alma se puede realizar a derechas o a izquierdas.

Podemos clasificar los cordones en:

- De alambres de igual diámetro
- De alambres de diferente diámetro
- De alambres de forma especial



- De forma no circular

#### Cordones de alambres de igual diámetro

Cada capa tiene 6 alambres más que la precedente

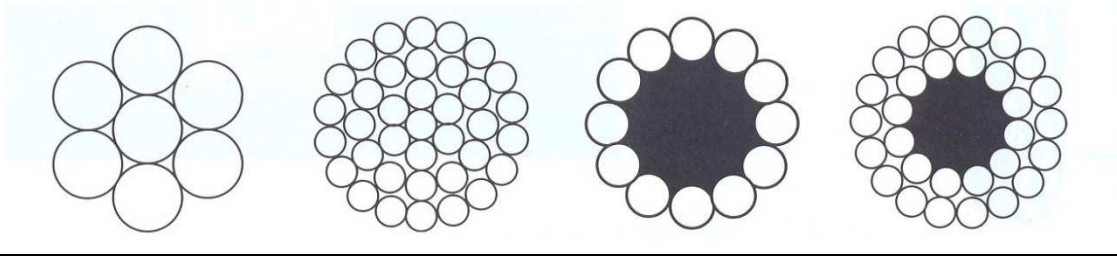


Figura 50. Cables de igual diámetro

#### Cordones de alambres de diferente diámetro

Existen tres tipos bien definidos:

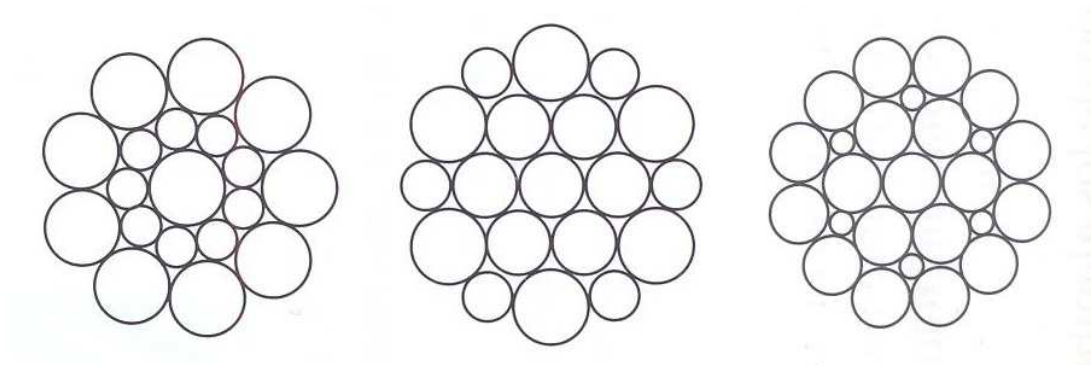


Figura 51. Cables Tipo Seale, Warrington y Filler-Wire, respectivamente

- SEALE: Las dos últimas capas llevan igual número de hilos
- Warrington: La capa exterior lleva alambres de dos diámetros distintos
- Filler-Wire: Con hilos más finos para llenar los huecos existentes entre las capas. Tiene más sección metálica y mayor resistencia al aplastamiento.

Tan importante como la estructura transversal de los cables es el sistema de torcido longitudinal de los mismos.

Se entiende por paso del cableado el paso de las hélices formadas por los cordones o cables al retorcerse para formar el cable o cordón. Si el sentido de





torcido se hace siguiendo la dirección de las agujas del reloj, obtendremos torsión derecha; y torsión izquierda si es en sentido contrario.

### Cables preformados

En estos cables, los alambres y cordones reciben, antes de cablearlos la forma helicoidal que adoptaran más tarde, con ello se evitan las tensiones internas, obteniendo una mayor vida del cable. Además se evita que los alambres rotos salgan a la superficie del cable.

Podemos decir que la preformación es la mejora más importante introducida en la fabricación del cable desde el comienzo de su historia.

Ventajas del cable preformado:

- Mayor resistencia a la fatiga por flexión
- Mas duración del factor de seguridad
- Menos susceptibles a las sacudidas y vibraciones
- Menor tendencia a girar sobre sí mismos
- Los alambres exteriores no salen a la superficie al romperse
- No tienen tendencia a la formación de cocas (deformación debida a la torsión)
- No se destuercen las puntas al quitar las amarras de los extremos

Por todo ello, el cable preformado tiene una mayor duración

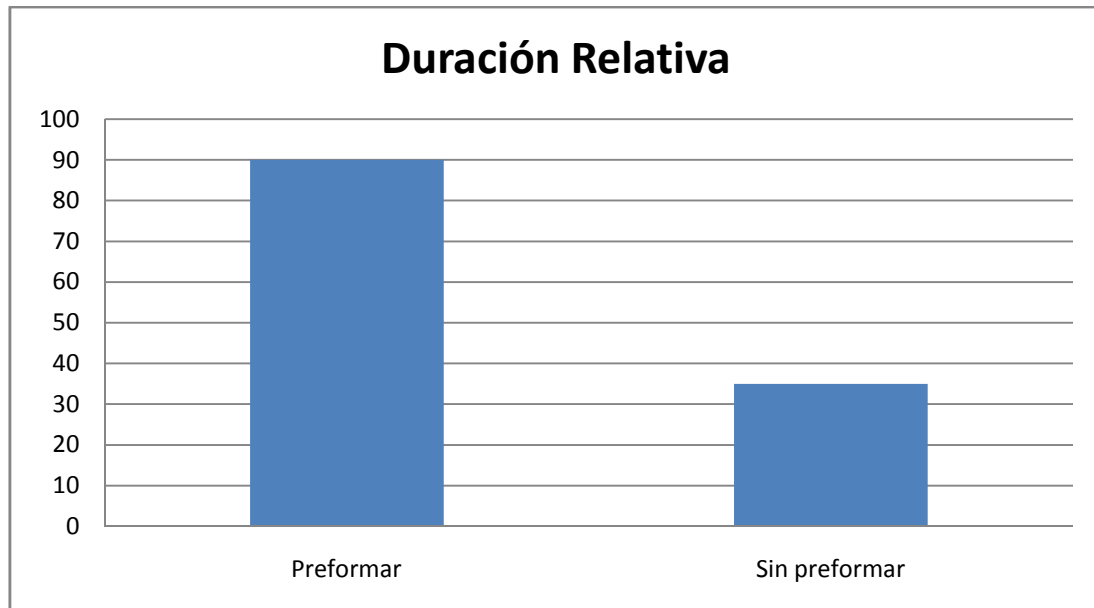


Figura 52. Gráfica Comparativa Duración Relativa (Fuente: Elevadores: Principios e innovaciones)

Los cables preformados tienen un mayor coste debido a su sistema más complejo de fabricación, pero a pesar de ello casi la totalidad de cables utilizados en ascensores son preformados.

En un ascensor se utilizan los cables para tres aplicaciones distintas:

- Cables de tracción
- Cables de compensación
- Cables de limitador de velocidad

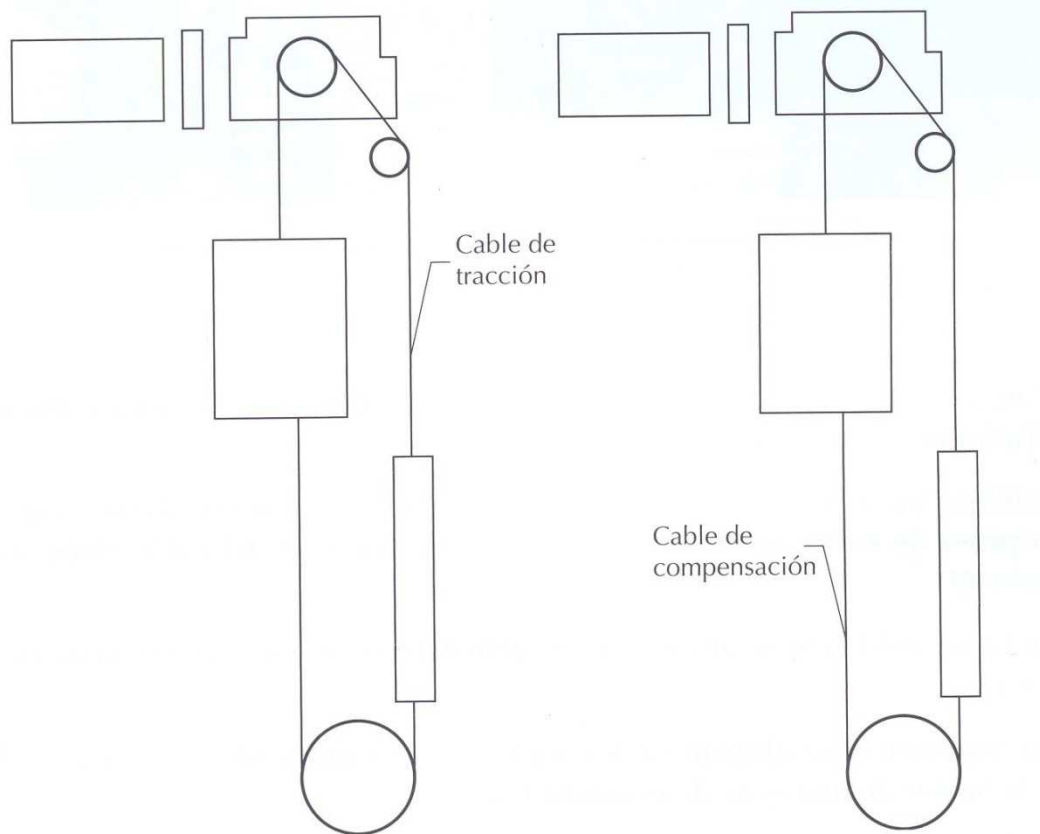


Figura 53. Esquema de cable de compensación

Los limitadores de velocidad deben ser accionados por un cable muy flexible protegido contra la oxidación y de las siguientes características:

- Diámetro mínimo: 6 mm
- Carga de rotura de acuerdo con el esfuerzo a transmitir con un coeficiente de seguridad mínimo de 8 (Norma EN 81)
- La relación entre el diámetro primitivo de la polea de tracción, del limitador y el del cable, debe ser como mínimo 40.

La configuración Seale es la más utilizada por:

- En general, en una instalación de ascensor, hay una tendencia a la abrasión en servicio, los alambres exteriores de esta configuración son muy gruesos, con gran resistencia a la rotura por abrasión.
- Fáciles de fabricar.



Siendo el modelo Seale de 8 cordones y alma textil el más utilizado de todos por:

- Ser el más redondo, por lo que tiene más puntos de contacto con la garganta de la polea)
- Su sección es más deformable
- Es flexible y por lo tanto, resiste a fatiga
- El precio es medio

Las desventajas:

- Elevada elongación elástica y permanente con relativamente alta reducción en diámetro
- Depende en gran medida de la calidad del material del alma y del alambre
- La fuerza de rotura respecto al diámetro es baja
- Al ser la sección muy deformable puede presentar problemas con las gargantas en U.

La mayoría de las instalaciones se componen de cables con enrollamiento en sentido contrario, ya que así la tendencia a desenrollarse es baja, y por lo tanto este tipo de enrollamiento se comporta bien, es simple de fabricar y montar y es más económico.

En lo que se refiere al material del alambre se va a trabajar con resistencias de 1600, 1800 y 2000 MPa. La tendencia es utilizar la banda superior de resistencias ya que así disminuyen diámetros de cables, y por lo tanto de poleas y de esta forma, costes de instalación.

En cuanto al material del alma, la mayoría de los cables presentan un alma textil. Solo en ascensores de elevadas prestaciones y elevadas alturas se dispone un alma mixta. Los materiales textiles más típicos son:

- Fibra natural Sisal. Es el material más utilizado. El contenido de lubricante debe estar por debajo del 17%. Presenta una buena absorción del lubricante, alta resistencia a la presión y bajo grado de



estrechamiento elástico. Como desventaja, es muy sensible a la humedad alta.

- Fibra natural Hemp. El contenido de lubricante debe estar por debajo del 22%. Presenta una buena absorción del lubricante, un buen comportamiento a la flexión y bajo grado de estrechamiento elástico. Como desventaja, es muy sensible a la humedad alta y es menos estable en diámetro que el Sisal.
- Fibra natural Yute. El contenido de lubricante debe estar por debajo del 20%. Se recomienda para cables de diámetros menos de 6 mm.
- Fibra sintética Polipropileno. El contenido de lubricante debe estar por debajo del 12%. Presenta una buena uniformidad en diámetro aunque tiene una baja resistencia a la presión y puede plastificarse y deformarse ante altas temperaturas.
- Fibra sintética Poliamida. El contenido de lubricante debe estar por debajo del 8%. Presenta una buena uniformidad en diámetro y es estable bajo presión. Tiene una baja absorción de lubricante, es muy elástico y su coste es muy elevado.
- Fibra sintética Aramida. El contenido mínimo de lubricante no se conoce pero se sabe que es bajo, es muy resistente a la temperatura y a la tracción. Como desventajas están que la fibra es muy difícil de trabajar para constituir un alma y su coste es muy elevado.

#### 5.10. Máquina Gearless

Desde hace unos años se han venido desarrollando importantes avances en máquinas tractoras, la tendencia en el sector es la utilización de la denominada Máquina Gearless, dicha máquina basa su funcionamiento en un motor eléctrico síncrono de imanes permanentes sin reductor asociado con un variador de frecuencia.



Figura 54. Máquina Gearless (Fuente: COMAQ)

La máquina Gearless posee un árbol único, sobre el que vienen dispuestos uno al lado de otro:

- El inducido del motor de elevación de corriente continua
- La polea de arrastre
- El freno

Este motor tiene la característica de que su velocidad de giro es directamente proporcional a la frecuencia de red que se le suministra, por lo tanto siendo el variador de frecuencia el encargado del control de velocidad de esta máquina.

La reducción de componentes del motor permite reducir el tamaño de los mismos, por lo que se han conseguido poleas de tracción de un menor tamaño que para la elevación de la misma carga permiten utilizar menores potencias de motor.

A continuación enumeramos las ventajas:

- Menor ruido y vibración
- Mayor confort



- Tamaño reducido
- Menor potencia de máquina para la misma carga, lo que conlleva un menor consumo.
- Menor cantidad de aceite para su mantenimiento
- No es necesario un cuarto de máquinas para su instalación

Gracias a su reducido tamaño se pueden instalar en el mismo hueco del ascensor sin necesidad de un cuarto de máquinas como se puede ver en la siguiente imagen, por lo que ofrece una facilidad de instalación mayor que el electromecánico convencional.

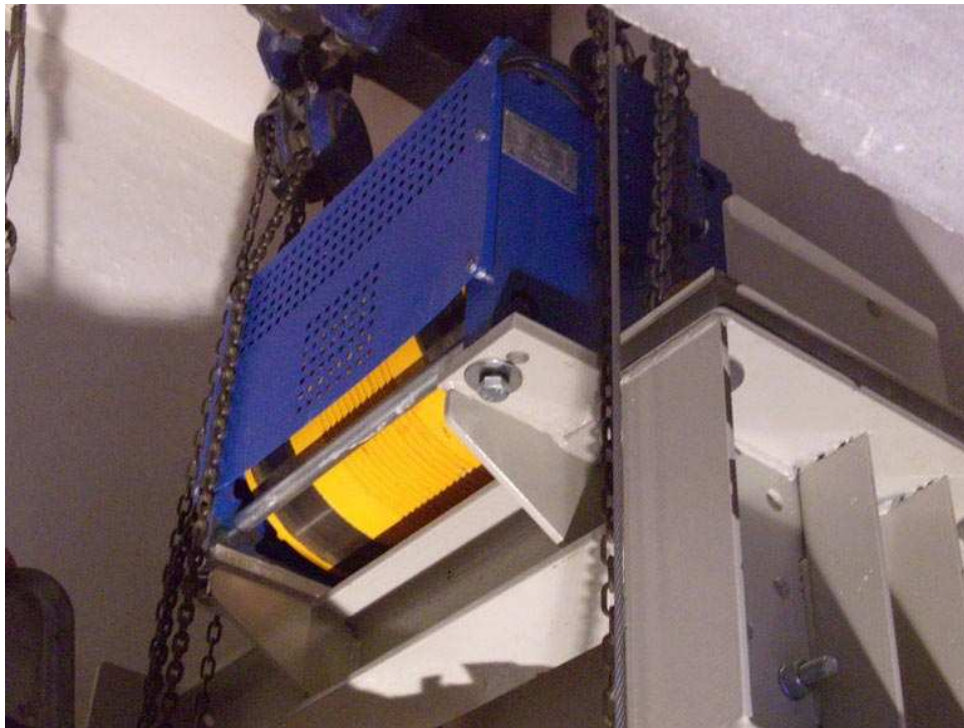


Figura 55. Máquina Gearless instalada en lo alto del hueco del ascensor (Fuente: COMAQ)





## 6. Comparativa

Una vez descritos los tipos de aparatos elevadores que se comercializan pasamos a realizar una comparativa entre los mismos.

Los puntos de interés a comparar serán:

- Consumo, por su evidente impacto económico.
- El confort, característica esencial ya que la comodidad en su uso es el principal aspecto que los usuarios perciben.
- Mantenimiento, parte importante puesto que incide económica y operativamente.
- Coste.

### 6.1. Consumo

Con el clima actual de crisis económica y financiera que asola Occidente, el tema del consumo es clave en la instalación de un aparato elevador por lo que en las siguientes líneas se desglosará una comparativa de consumo entre un ascensor hidráulico, electromecánico y gearless.

De manera general, el ascensor hidráulico consume más energía que uno eléctrico, ya que para un ascensor de las mismas características el eléctrico necesita un motor con menor potencia que uno hidráulico, a pesar de que este ultimo solo se acciona en subida a diferencia del eléctrico que lo hace en subida y bajada.

Así mismo en la siguiente grafica se puede observar la diferencia de consumo entre un Gearless y motor asíncrono de dos velocidades.

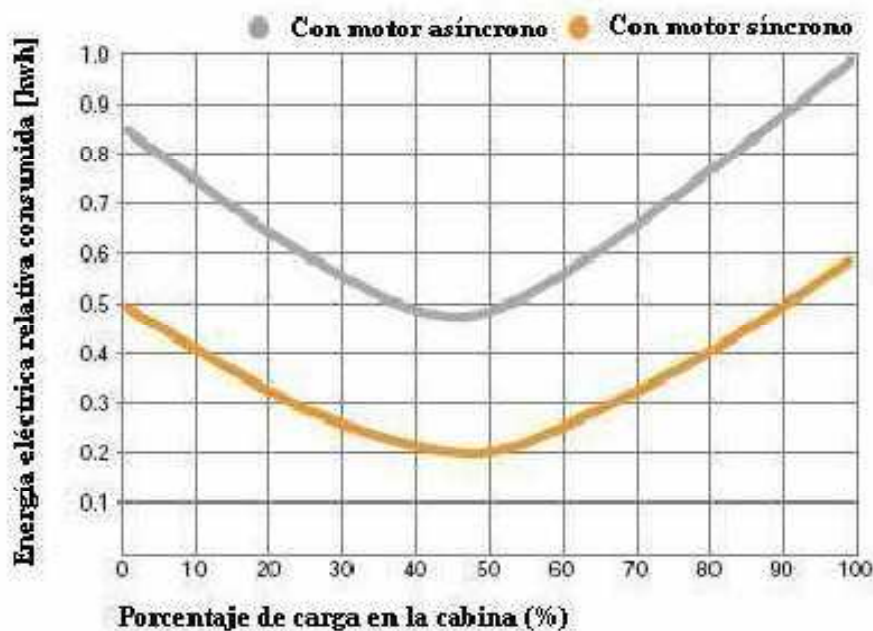


Figura 56. Gráfica Energía consumida - Carga

Según el gráfico anterior, se puede observar que un ascensor que emplea un motor síncrono de imanes permanentes consume del orden de un 30% menos de energía eléctrica que uno que utiliza un motor asíncrono de dos velocidades para un estado de carga de la cabina del 45 % aproximadamente, que es el estado de carga para el cual las diferencias de consumos se hacen notar más.

Supongamos un edificio residencial de 4 plantas con un tráfico aproximado de 50 viajes al día. Si el recorrido promedio es de 9m a una velocidad típica de 0.6m/s representa un tiempo de funcionamiento de 15 segundos para un ascensor hidráulico y 30 segundos en un mecánico. Estos 50 viajes al día a 15 segundos nos dan 750 segundos por día que multiplicando por 365 días nos dan 273750 segundos al año, o sea, 76 horas de funcionamiento al año. Si multiplicamos los 7kW de potencia del motor necesario para esta instalación por las 76 horas nos da un consumo de 532kWh. Multiplicando estos 532kWh por el coste actual de la energía eléctrica 0.11€/kWh nos da un valor de 58€. Si hacemos el mismo cálculo con un ascensor eléctrico el coste pasa de los 58€ a los 46€, 10€ menos una solución eléctrica.



Ahora lo compararemos con una solución gearless la cual la diferencia aumenta. Consideremos un ascensor de 300 kg y un funcionamiento de 3 horas/día y estableciendo un precio de kWh de 0,0903 €

#### Solución Gearless

Con un motor de 2 kw, trabajando el tiempo establecido el consumo resultante es de 1095 kwh/año por lo que el consumo resulta de 98,90€ al año.

#### Solución Hidráulica

Con un motor de 8 kw, trabajando el tiempo establecido el consumo resultante es de 4380 kwh/año por lo que el consumo resulta de 401,67€ al año.

#### Solución Eléctrica

Con un motor de 6 Kw, trabajando el tiempo establecido el consumo resultante es de 3285 kwh/año por lo que el consumo resulta de 296,63€ al año

Podemos ver que la solución Gearless es la más económica con gran diferencia.

### 6.2. Confort

Uno de los aspectos más importantes es el confort, entendido como bienestar tanto para el usuario del ascensor como para los vecinos cercanos a la instalación. Esto comprende la necesidad de una serie de características que debe cumplir el ascensor como pueden ser el ruido y vibraciones que produzca la instalación, las aceleraciones de arranque y parada o las nivelaciones con el piso.



### 6.2.1. Ruido

El documento DB HR: Protección frente al Ruido del Código Técnico de la Edificación especifica que los equipos se instalarán sobre soportes antivibratorios elásticos cuando se trate de equipos pequeños y compactos o sobre una bancada de inercia cuando el equipo no posea una base propia suficientemente rígida. Y específicamente para los equipos elevadores:

- 1 Los sistemas de tracción de los ascensores y montacargas se anclarán a los sistemas estructurales del edificio mediante elementos amortiguadores de vibraciones. El recinto del ascensor, cuando la maquinaria esté dentro del mismo, se considerará un recinto de instalaciones a efectos de aislamiento acústico.
- 2 Las puertas de acceso al ascensor en los distintos pisos tendrán topes elásticos que aseguren la práctica anulación del impacto contra el marco en las operaciones de cierre.
- 3 El cuadro de mandos, que contiene los relés de arranque y parada, estará montado elásticamente asegurando un aislamiento adecuado de los ruidos de impactos y de las vibraciones.

En cualquiera de las instalaciones el componente que más afecta en este aspecto es el motor.

En los hidráulicos el motor dentro de la central hidráulica hace que el ruido sea mucho menor ya que al estar sumergido dentro del aceite hace que las vibraciones y el ruido se propague mucho menos, en el caso de las centrales en el que el motor no está sumergido los fabricantes han procurado que la baja emisión de ruido siga siendo una de las características de este tipo de instalaciones por lo que la diferencia entre uno sumergido y otro que no lo esté es de 0-2 dB dependiendo de los modelos. Este tipo de instalaciones en subida es cuando producen el mayor nivel de ruido (llegando a 100 dB) ya que es cuando el motor está en marcha, siendo muy silencioso en bajada ya que solo entran en funcionamiento las válvulas (10-15 dB). Para evitar molestias en el vecindario se suele colocar el armario de la central en el lugar lo más alejado posible pero los últimos avances en centrales permiten colocar el armario



dentro del propio hueco del ascensor y con un buen aislamiento no produce molestias en el vecindario. Además la inclusión de los Soft Starter, arrancadores suaves basados en los variadores de frecuencia, hace que la emisión acústica en el arranque sea menor y más suave a la vez que protegemos la instalación eléctrica de picos de intensidad.

Los eléctricos de dos velocidades son bastante ruidosos (unos 100 dB) debido al motor trifásico. Por ello es necesario que el cuarto de máquinas donde este colocado el motor este perfectamente insonorizado para evitar molestias de ruido y vibraciones a los vecinos con la vivienda cerca del mismo.

En las soluciones gearless se ha conseguido reducir su emisión sonora por debajo de los hidráulicos gracias a su motor de imanes permanentes. Su nivel de emisión está en torno a las 50-60 dB y algunos fabricantes están sustituyendo los cables de suspensión convencionales por tiras de cables de acero envueltas de poliuretano, evitando que partes móviles rozantes produzcan ruido.

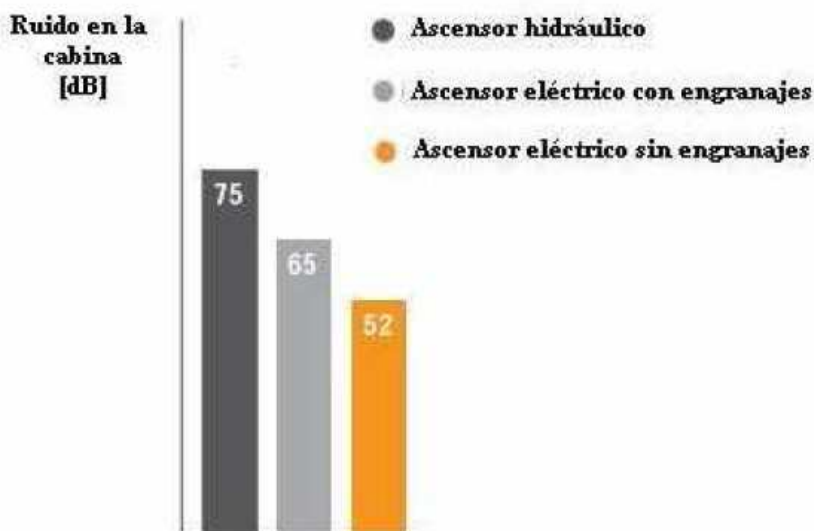


Figura 57. Gráfica niveles de ruido en cabina (Fuente: Estudio UPC)

En todos ellos se colocan dispositivos para reducir lo máximo posible los ruidos y las vibraciones, a continuación comentamos los más usuales.



### Sistema amortiguador viscoelástico antivibratorio de caucho

Sistema constituido básicamente por caucho, natural o sintético, de gran elasticidad. Es un material resistente al desgarro y a cargas mecánicas y dinámicas. El caucho sintético está compuesto a base de petróleo. Tiene una mejor resistencia térmica, es estable a fluidos no polares (aceites minerales, lubricantes, carburantes...), y tienen una mayor resistencia a la intemperie que los de caucho natural.

Los amortiguadores de caucho son antivibradores cuya componente amortiguadora está entre el 5-10%. Son idóneos en el rango de frecuencias a partir de 1500 rpm. Este tipo de amortiguador es el más empleado por las empresas. Teniendo en cuenta algunos datos como el peso, centro de gravedad de la máquina, frecuencia de excitación... se tendrá que utilizar el más adecuado geométricamente y el más acorde según sus características de dureza y carga, con el propósito de reducir las emisiones de ruido y vibración producidas por las maquinas.



Figura 57. Amortiguadores de caucho (Fuente: MACLA)



La solución más sencilla y económica es un elastómero de caucho con forma de cilindro o diábolo utilizado en compresión soportando el propio peso de la máquina y en el caso de los eléctricos también el peso que cuelga de la polea tractora.

Esta solución deberá ser revisada ya que su vida útil dependerá de los agentes externos que puedan atacarle.





Sistema Aislador Lineal Antivibratorio Basado En Resortes Helicoidales de Acero



Figura 58. Grupo tractor, en la parte inferior se pueden ver los aisladores

Los aisladores metálicos de muelle son antivibradores básicamente elásticos con más de un 90% respecto a su componente amortiguadora. Son idóneos para trabajar a compresión en equipos curas velocidades de giro sean bajas, entre 500 a 1500 rpm. Estos amortiguadores metálicos están formados por muelles que tiene frecuencias de resonancia muy bajas lo que permite obtener atenuaciones de hasta el 98% en maquinas que funcionas a escasa velocidad.

Es el sistema antivibratorio más eficaz para el aislamiento vibroacústico en ascensores. Es un sistema muy aislante que genera muy baja transmisibilidad vibratoria y cierto amortiguamiento en la fase final de la carrera evitando el ruido estructural. Está compuesto por elementos elásticos lineales de muy baja amortiguación diseñados de tal forma que limita las amplitudes generadas por los transitorios.



### 6.2.2. Aceleración y nivelaciones

Gracias a la inclusión de los variadores de frecuencia en los motores de los ascensores los problemas de nivelación se han solucionado totalmente, así mismo este dispositivo ha permitido unas aceleraciones en arranque y parada suaves y cómodas para los pasajeros.

El movimiento del ascensor debe ser suave con valores aceptables de aceleración, deceleración y límites en el “jerk” (denominado también impulso, es la derivada de la aceleración con respecto al tiempo) para asegurar la calidad del viaje a los pasajeros transportados.

Hoy en día, en los ascensores hidráulicos el control de la nivelación y la aceleración se consigue gracias a las válvulas electrónicas. Estas válvulas están controladas por un microprocesador del panel de control en el cual están programadas las maniobras. En subida el control se realiza mediante el control de motor, mientras que para la bajada el motor permanece desconectado y el control se efectúa por las válvulas.

En los ascensores de tipo eléctrico, tanto normales como gearless, los variadores de frecuencia son los encargados de estas maniobras.

El inducido del motor de tracción está directamente conectado al variador de frecuencia el cual modifica las características de la tensión que le llega a éste. Cuando la tensión aplicada al motor de tracción crece, el ascensor acelera hasta su plena velocidad y cuando decrece, la velocidad se reduce y el ascensor se detiene, aplicándose después el freno para mantener la cabina inmóvil a ras de un acceso. Para renivelar una cabina desplazada por cambios sustanciales de carga, se suelta el freno y se aplica una tensión pequeña al motor de tracción. Así se pueden conseguir movimientos apenas perceptibles. Los sistemas más refinados no sueltan el freno por completo y emplean un campo separado en el generador para renivelar, con el fin de conseguir una tensión muy reducida y evitar que la cabina se mueva demasiado bruscamente, mientras que los pasajeros estén entrando y saliendo.



Figura 59. Gráfica comparativa de aceleraciones

En el gráfico anterior se puede comprobar que el ascensor Gearless (sin engranajes) posee las más bajas aceleraciones lo que redunda en el gran confort de este tipo de instalaciones mientras que el hidráulico obtiene las más altas, sin embargo, estos resultados superiores de los hidráulicos no se traducen en incomodidad para el viajero ya que todas instalaciones tienen asegurado un confort aceptable en su correcto funcionamiento.

### 6.3. Mantenimiento

El mantenimiento de un ascensor es esencial, de ello va a depender la vida útil de la instalación y sobre todo la seguridad de la misma. Según las condiciones generales de cada instalación (número de paradas, tráfico de personas, tipología del edificio, etc.), influirá la periodicidad de su mantenimiento.

A la hora de hacer el mantenimiento mes a mes, la facilidad de las tareas de mantenimiento que presentan los ascensores eléctricos con cuarto de máquinas y los hidráulicos hace que estos sean los favoritos para los técnicos, sobre todo estos últimos.



En caso de necesidad de reparación los eléctricos debidos a la gran cantidad de ascensores de este tipo existentes hace que los técnicos conozcan mejor la maquinaria y operativa de estas que los hidráulicos o los Gearless. Por su puesto el hecho de disfrutar de un lugar donde operar como puede ser un cuarto de máquinas o un foso en caso de los hidráulicos facilitan enormemente las operaciones de mantenimiento y reparación, sin embargo los Gearless al instalarse en los propios huecos anclados en una pared hace que los técnicos tengan grandes dificultades para la reparación de estos aparatos. Aunque por otro lado, las últimas novedades en los Gearless aseguran un mínimo mantenimiento para este tipo de máquinas.

Existen unas operaciones genéricas de mantenimiento pertenecientes a los elementos que comparten los diferentes tipos de ascensores:

- Revisión y engrase de guías
- Revisión de rozaderas
- Revisión de fosos y huecos
- Revisión cuadro de maniobra
- Revisión de amortiguadores
- Revisión puertas, tanto de cabina como pasillo

Dentro de cada uno de los tipos de ascensor existen tareas específicas.

Hidráulicos:

- Revisión del cableado, para los de tiro 2:1
- Revisión de la central, comprobación de la presión...
- Revisión de las conducciones

Eléctricos:

- Revisión grupo tractor
- Revisión contrapeso
- Revisión cableado



Por lo anteriormente dicho desde el punto de vista de facilidad de mantenimiento los eléctricos son los favoritos para los técnicos por su facilidad de mantenimiento, seguidos de los Gearless por su escasa necesidad de operaciones y los hidráulicos.

#### 6.4. Coste/Amortización

Gracias al software Generador de Precios de CYPE Ingenieros, S.A. podemos realizar una comparativa de coste de la instalación de un ascensor sin tener que acudir a los fabricantes e instaladores, ventaja ya que actualmente debido a la situación económica se pueden contratar instalaciones por debajo del precio de coste que mediante el contrato de mantenimiento las empresas instaladoras alcanzan el beneficio.

En esta comparativa de coste, jugaremos con precios aproximados puesto que el precio de componentes, mano de obra y precio final de la instalación va a tener una gran dependencia de diversos factores como pueden ser época de instalación, situación de la empresa instaladora, etc. Vamos a tener en cuenta tanto el importe de la instalación como el de mantenimiento a 10 años, ya que este último concepto también supone un fuerte desembolso. Sin embargo, no contaremos con el coste de albañilería este puede ser muy variado por la diferente naturaleza del tipo de obra necesaria para instalar dependiendo de las condiciones del inmueble.

Como elemento base a la hora de presupuestar vamos a tomar un ascensor de 4 personas (300 kg) con 4 paradas, este ascensor tipo tendrá un acabado básico, puertas automáticas interiores y una maniobra universal simple.

##### 6.4.1. Ascensor hidráulico

Para este tipo de instalación, el desglose de precios es el siguiente que podemos ver en la tabla:



Concepto	cd.	Precio partida	
Cabina con acabados de calidad básica para ascensor hidráulico de pasajeros, incluso puerta de cabina corredera automática de acero inoxidable, para ascensor de 300 kg (4 personas) y 0,63 m/s de velocidad.	1	2.366,49	2.366,49
Amortiguadores de foso para ascensor hidráulico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 0,63 m/s de velocidad.	1	255,58	255,58
Botonera de piso con acabados de calidad básica, para ascensor de pasajeros con maniobra universal simple.	4	11,99	47,96
Botonera de cabina para ascensor de pasajeros con acabados de calidad básica y maniobra universal simple.	1	63,11	63,11
Grupo oleodinámico para ascensor hidráulico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 0,63 m/s de velocidad.	1	5.711,12	5.711,12
Limitador de velocidad y paracaídas para ascensor hidráulico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 0,63 m/s de velocidad.	1	602,67	602,67
Cuadro y cable de maniobra para ascensor hidráulico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil, 4 paradas y 0,63 m/s de velocidad.	1	2.618,91	2.618,91
Puerta de ascensor de pasajeros de acceso a piso, apertura automática, de acero en imprimación para pintar. Acristalamiento homologado como "Parallamas" 30 minutos (E 30).	4	289,24	1.156,96
Recorrido de guías y pistón para ascensor hidráulico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg	1	476,45	476,45



de carga útil, hasta 4 paradas y 0,63 m/s de velocidad.			
Selector de paradas para ascensor hidráulico de pasajeros, 0,63 m/s de velocidad.	4	46,22	184,88
Material auxiliar para instalaciones de transporte.	4	9	36
Lámpara de 40 W, incluso mecanismos de fijación y portalámparas.	4	3,7	14,8
Gancho adosado al techo, capaz de soportar suspendido el mecanismo tractor.	1	37	37
Instalación de línea telefónica en cabina de ascensor.	1	110,76	110,76
Oficial 1ª montador.	54,516	21,71	1.183,54
Ayudante montador.	54,516	18,86	1.028,17
Medios auxiliares	2	15.894,40	317,89
Costes indirectos	3	16.212,29	486,37
		Total:	16.698,66

Mientras que las actividades de mantenimiento en un año ascienden a 890 €

#### 6.4.2. Ascensor Electromecánico

Concepto	cd.	Precio partida	
Cabina con acabados de calidad básica para ascensor eléctrico de pasajeros, incluso puerta de cabina corredera automática de acero para pintar, para ascensor de 300 kg (4 personas) y 0,63 m/s de velocidad.	1	2.276,56	2.276,56
Amortiguadores de foso y contrapesos para ascensor eléctrico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 0,63 m/s de velocidad.	1	360,61	360,61





Botonera de piso con acabados de calidad básica, para ascensor de pasajeros con maniobra universal simple.	4	11,99	47,96
Botonera de cabina para ascensor de pasajeros con acabados de calidad básica y maniobra universal simple.	1	63,11	63,11
Grupo tractor para ascensor eléctrico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 0,63 m/s de velocidad.	1	2.682,02	2.682,02
Limitador de velocidad y paracaídas para ascensor eléctrico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 0,63 m/s de velocidad.	1	520,62	520,62
Cuadro y cable de maniobra para ascensor eléctrico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil, hasta 4 paradas y 0,63 m/s de velocidad.	1	1.069,66	1.069,66
Puerta de ascensor de pasajeros de acceso a piso, apertura automática, de acero en imprimación para pintar. Acristalamiento homologado como "Parallamas" 30 minutos (E 30).	4	289,24	1.156,96
Recorrido de guías y cables de tracción para ascensor eléctrico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil, hasta 4 paradas y 0,63 m/s de velocidad.	1	1.262,12	1.262,12
Selector de paradas para ascensor eléctrico de pasajeros, 0,63 m/s de velocidad.	4	51,43	205,72
Material auxiliar para instalaciones de transporte.	4	9	36
Lámpara de 40 W, incluso mecanismos de fijación y portalámparas.	4	3,7	14,8
Gancho adosado al techo, capaz de soportar	1	37	37



suspendido el mecanismo tractor.			
Instalación de línea telefónica en cabina de ascensor.	1	110,76	110,76
Oficial 1ª montador.	46,129	21,71	1.001,46
Ayudante montador.	46,129	18,86	869,99
Medios auxiliares	2	11.715,35	234,31
Costes indirectos	3	11.949,66	358,49
		Total:	12.308,15

Siendo el precio de las actividades de mantenimiento de 700 € anuales.

6.4.3. Ascenso Electromecánico Gearless

Concepto	cd.	Precio partida	
Cabina con acabados de calidad básica para ascensor eléctrico de pasajeros, incluso puerta de cabina corredera automática de acero para pintar, para ascensor de 300 kg (4 personas) y 1,00 m/s de velocidad.	1	2.492,70	2.492,70
Amortiguadores de foso y contrapesos para ascensor eléctrico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 1,00 m/s de velocidad.	1	435,73	435,73
Botonera de piso con acabados de calidad básica, para ascensor de pasajeros con maniobra universal simple.	4	11,99	47,96
Botonera de cabina para ascensor de pasajeros con acabados de calidad básica y maniobra universal simple.	1	63,11	63,11
Grupo tractor para ascensor eléctrico de pasajeros, sin cuarto de máquinas (frecuencia variable), de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 1,00 m/s de velocidad.	1	3.376,18	3.376,18
Limitador de velocidad y paracaídas para ascensor eléctrico de pasajeros de 300 kg (4 personas) kg de carga útil y 1,00 m/s de velocidad.	1	603,55	603,55
Cuadro de maniobra, interruptor y diferenciales de acometida eléctrica, formando un único conjunto (pack), para ascensor eléctrico de pasajeros, sin cuarto de máquinas (frecuencia variable), de 300 kg (4 personas) kg de carga útil, hasta 4	1	1.486,15	1.486,15



paradas y 1,00 m/s de velocidad.			
Puerta de ascensor de pasajeros de acceso a piso, apertura automática, de acero en imprimación para pintar. Acristalamiento homologado como "Parallamas" 30 minutos (E 30).	4	289,24	1.156,96
Recorrido de guías y cables de tracción para ascensor eléctrico de pasajeros sin cuarto de máquinas (frecuencia variable), de 300 kg (4 personas) kg de carga útil, hasta 4 paradas y 1,00 m/s de velocidad.	1	1.771,71	1.771,71
Selector de paradas para ascensor eléctrico de pasajeros, 1,00 m/s de velocidad.	4	56,79	227,16
Material auxiliar para instalaciones de transporte.	4	9	36
Lámpara de 40 W, incluso mecanismos de fijación y portalámparas.	4	3,7	14,8
Gancho adosado al techo, capaz de soportar suspendido el mecanismo tractor.	1	37	37
Instalación de línea telefónica en cabina de ascensor.	1	110,76	110,76
Oficial 1ª montador.	46,129	21,71	1.001,46
Ayudante montador.	46,129	18,86	869,99
Medios auxiliares	2	13.731,22	274,62
Costes indirectos	3	14.005,84	420,18
		Total:	14.426,02

Y el mantenimiento del Gearless es de 770 €.



## Conclusiones de precio

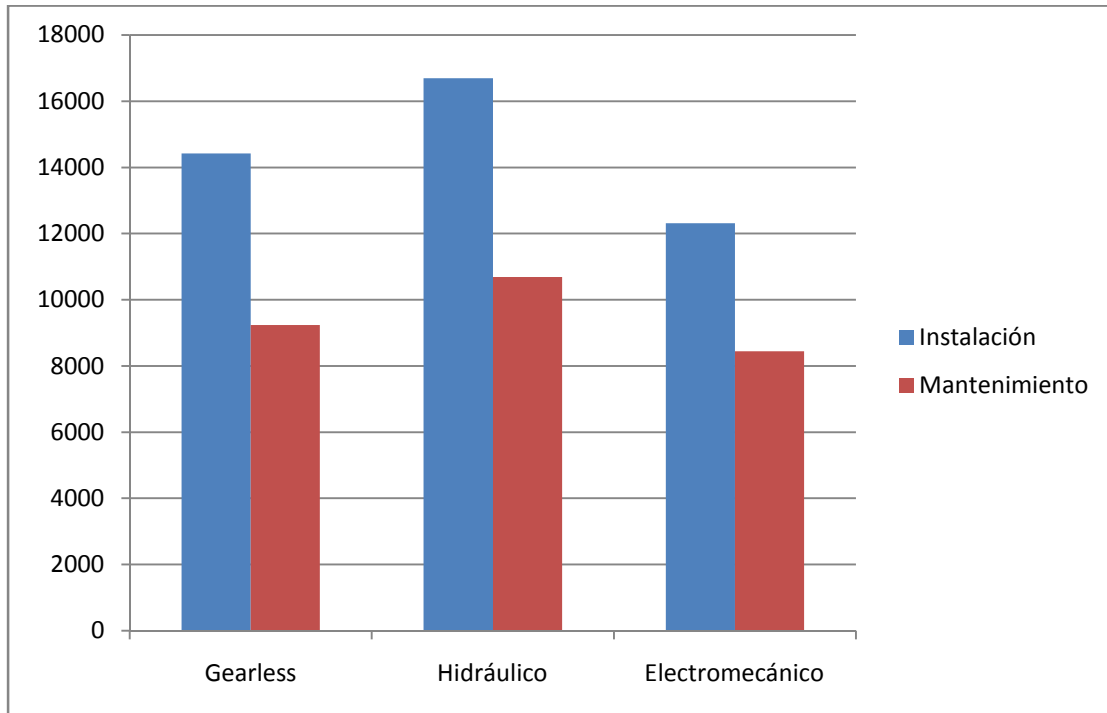


Figura 60. Comparativa gráfica del coste de instalación y mantenimiento

Como podemos ver claramente en el gráfico la instalación más cara es el ascensor hidráulico y la opción más económica el electromecánico convencional. En el coste de mantenimiento las diferencias son menores que en la actividad de instalación, pero manteniéndose la misma tendencia.

A esto habría que sumarle el coste de funcionamiento de los aparatos, que como comprobamos en la comparativa de consumo el electromecánico gearless era la solución de menor coste energético y también el precio de las obras necesarias para la instalación del servicio siendo en la mayoría de los casos menor en la instalación hidráulica haciendo que en la práctica la instalación de un ascensor hidráulico en un edificio existente sea generalmente más económico.



### 6.5. Conclusiones

A la vista de las comparativas dependerá de las circunstancias del inmueble y la comunidad de vecinos la instalación de un tipo de instalación u otro ya que es difícil decantarse por un tipo de solución sin conocer el inmueble objeto de la instalación.

Pero evidentemente la mejor solución es aquella que se dé al realizar un estudio individualizado.

En la actualidad los instaladores han visto incrementada la instalación de la solución hidráulica. Este incremento en instalaciones de hidráulicos es debido principalmente a las adecuadas características de estos para su instalación en inmuebles que carecían de ascensor, gracias a la transmisión de esfuerzos a los cimientos y no a la estructura del inmueble y el menor tamaño necesario, así como la menor necesidad de realizar obras en el inmueble. Además el menor tamaño necesario para la instalación da la ventaja de permitir el uso de una cabina de mayor superficie, lo cual de cara a los usuarios es una de las características primordiales.



## 7. Instalación

A la hora de acometer la instalación de un ascensor en un edificio carente de él, se nos presentan varias problemáticas relacionadas con la naturaleza del edificio.

Nos podemos encontrar con la situación de que la estructura del edificio no esté concebida para soportar la carga de una instalación de estas características, así mismo el lugar para su colocación puede que no haya sido tenido en cuenta o la instalación eléctrica sea antigua...

Para la colocación del ascensor tenemos dos alternativas bien diferenciadas, la primera instalación dentro del edificio y la segunda exterior al edificio.

La instalación interior del hueco del ascensor nos plantea diversas dificultades, falta de espacio, la estructura del edificio no soporta la carga de la instalación...

Normalmente para dar servicio a todas las plantas se intenta instalar el ascensor en el hueco de la escalera, así conseguimos acceso a todos los rellanos de la forma más sencilla. Este método, en un principio, es el ideal pero la dimensión de dicho hueco de escalera no siempre permite la instalación de un ascensor tanto en una instalación normal como en una autoportante, esta última consiste en colocar una estructura que forme el hueco del ascensor albergando en su interior toda la instalación maquinaria, cabina, accesos, cerramientos...





Figura 61. Hueco de escalera

Si el hueco de la escalera no tiene el tamaño necesario para la adecuación del hueco la normativa permite recortar la escalera un porcentaje o distancia dependiendo de la normativa vigente en el municipio para ello, así mismo como realizar voladizos de obra para realizar los embarques de cada planta.

En el caso de utilizar un hueco existente se debe comprobar que sus paredes soportarán la instalación ya que este hecho hará que la estructura del edificio se vea afectada por una sobrecarga para la que no estaba calculada, por lo que habrá realizar un cubo de encofrado que absorba esos sobre esfuerzos si los cálculos anteriormente nombrados son desfavorables.

Las estructuras autoportantes, normalmente de diseño modular, permiten realizar instalaciones en las cuales todas las cargas y esfuerzos son absorbidos por la estructura. Con su diseño modular conseguimos una regulación independiente para una nivelación perfecta tanto con el suelo como con las plantas que se sirven.

Dichas estructuras consisten en una serie de montantes (de diferentes materiales dependiendo del fabricante) unidos entre sí mediante traveseros con



junta atornillada, dichos traveseros metálicos sirven a su vez de soporte para los elementos del ascensor como pueden ser los soportes de las guías.

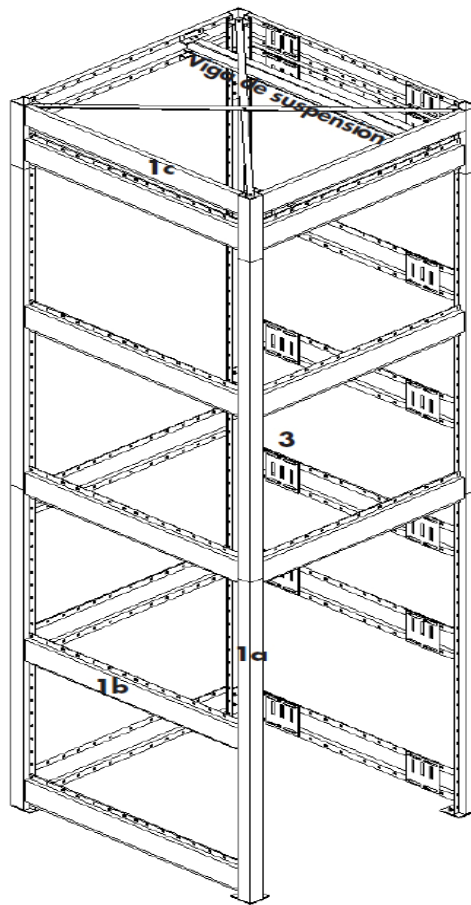


Figura 62. Esquema Estructura Autoportante



Figura 63. Estructura Autoportante



Otra solución que permiten realizar las estructuras autoportantes es la instalación en el exterior del edificio, el principal aspecto a considerar en esta instalación de estructura es el lugar de la colocación de la misma ya que existe la posibilidad de que interfiera en la vía pública o no. En el caso de interferencia en la vía pública el ayuntamiento o la entidad competente deben de dar el visto bueno junto con el estudio arquitectónico para la adhesión a la fachada de dicha instalación, detallándose cargas, accesos, etc... En los casos en los que no se permita la instalación en la vía pública se podrá instalar pero sin llegar su base a la vía pública.



Figura 64. Estructura autoportante exterior



Existe otra solución constructiva posible para conseguir la instalación de un ascensor en unas dimensiones reducidas como puede ser un hueco de escalera, éste es el uso del pistón enterrado. Esta instalación consiste en el enterramiento del pistón de tiro directo sobre el chasis de la cabina en el foso la distancia pertinente para su nivelación. La profundidad a la que debe ser enterrado el pistón es igual a la altura de elevación requerida. Para esta instalación se tiene que comprobar que los cimientos del edificio permiten la perforación del agujero así como la impermeabilidad del mismo, así mismo tenemos que asegurarnos de la verticalidad del pistón puesto que podría sufrir desviaciones en su ascenso.

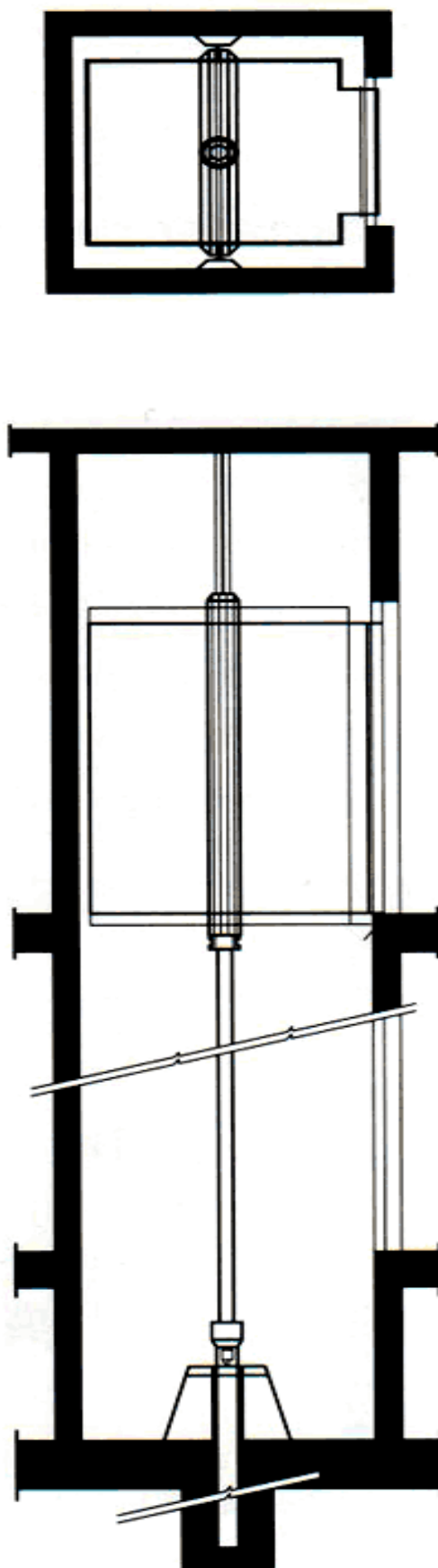


Figura 65. Esquema de una instalación con pistón enterrado







Otra medida importante en el sector ha sido el desarrollo de los ascensores hidráulicos sin cuartos de máquinas. Anteriormente si deseábamos la instalación de este tipo de ascensor necesitábamos un lugar (normalmente un cuarto) para colocar el depósito, la bomba y demás componentes, pero los últimos avances han permitido colocar toda la instalación necesaria de un ascensor hidráulico en un armario metálico de reducidas dimensiones para su colocación dentro del hueco del ascensor ahorrando así la necesidad de un cuarto o local anexo al hueco.

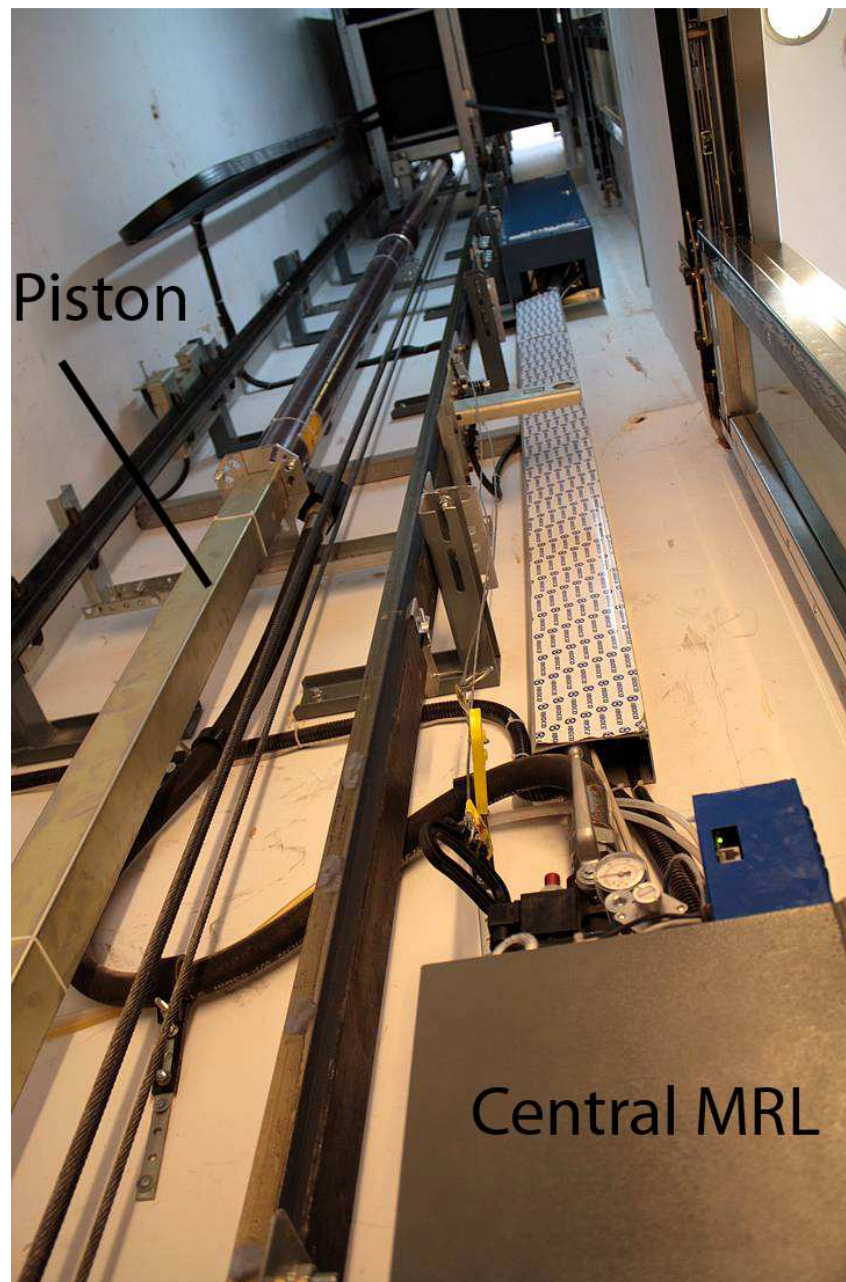


Figura 66. Instalación MRL







### 7.1. Instalación Eléctrica

Cada edificio posee una determinada acometida calculada para un determinado grado de electrificación, al ser el caso de estudio edificio sin ascensor su instalación en un principio no estaría contemplado por lo que la acometida eléctrica puede resultar insuficiente para el funcionamiento de un ascensor. Al afrontar la rehabilitación deberemos de realizar un estudio para la nueva instalación, así pues comprobaremos si la existente es suficiente o no. En este estudio se deberá justificar la toma de medidas o no para alcanzar los requisitos mínimos según el REBT y en especial la Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión 32.

Si esta no es suficiente para la nueva potencia a instalar deberemos comprobar que la sección existente de conexión puede soportar la nueva intensidad necesaria para el correcto funcionamiento del ascensor. Si esta lo es deberemos solicitar a la empresa eléctrica el aumento de potencia, mientras que si no lo es deberemos cambiar la sección de la acometida (recayendo esta operación en la empresa o la comunidad de propietarios dependiendo del contrato vigente). Luego la forma de conexión dependerá del resto de la instalación y los requisitos tanto operativos como de seguridad que queramos imprimir a la instalación.

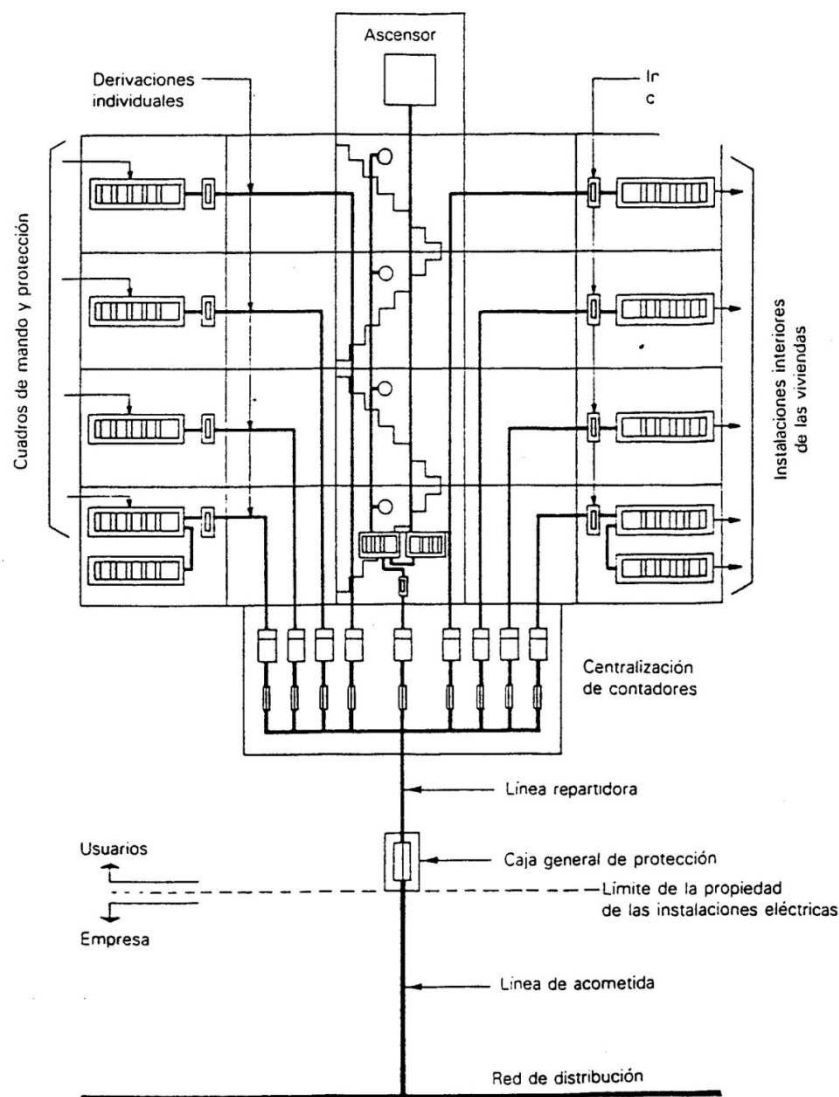


Figura 67. Esquema eléctrico de un edificio

Antes de hacer el proyecto de rehabilitación eléctrica es conveniente revisar la instalación existente para conocer los puntos concretos a rehabilitar, si se pueden aprovechar partes de la instalación o si es necesario rehabilitarla entera.

Si no fuese posible la modificación de la acometida eléctrica se podrían plantear dos alternativas cambiando totalmente la instalación para reducir el consumo eléctrico y poder colocar un ascensor en un edificio sin toma trifásica.



La primera de ellas es el uso de un ascensor de tipo Homelift, esta instalación consiste en un ascensor de tipo doméstico, normalmente con estructura autoportante y cerramiento prefabricado. Posee un foso de reducidas dimensiones y su recorrido máximo es de 4-5 plantas con una capacidad de 2-3 personas, siendo su velocidad de 0,15 m/s. Pudiendo ser de tipo eléctrico (trifásico o monofásico) o hidráulico, de bajo consumo en torno a los 2 kw. La maniobra de utilización es de la llamada de Hombre Presente, es decir, es necesario pulsar de manera continua el botón de movimiento de la cabina. Y las puertas bien son manuales o automáticas, normalmente de apertura a un solo lado.



Figura 68. Homelift instalado de forma exterior



Figura 69. Homelift interior



La siguiente alternativa sería el uso de un motor monofásico procurando aislar adecuadamente el cuadro de maniobra para reducir lo máximo posible las interferencias electromagnéticas pues su sensibilidad puede provocar un funcionamiento irregular, con esta solución el confort como anteriormente hemos comentado se vería reducido.

En cuanto a electricidad se refiere, también debemos disponer de un sistema de comunicación bidireccional para los casos de emergencia. Debe ser perfectamente reconocible para los pasajeros de la cabina, así mismo debe tener una fuente de alimentación de emergencia. Actualmente los fabricantes están desplegando una importante cantidad de productos para la comunicación con la cabina como son las completas centrales de comunicación con servicios de emergencia centralizados, dispositivos de chequeo del estado de componentes...ya permitiendo la comunicación vía cable o sin cables por enlaces GSM de telefonía móvil.



---

Figura 70. Centralita de Comunicación Merak





## 7.2. Puertas

Gracias a la crisis económica y las tendencias del mercado del ascensor, los fabricantes están lanzando puertas específicas para rehabilitación y reformas. Este tipo de puertas son de menor tamaño y más compactas, sobre todo en lo que a anchura se refiere para su instalación.

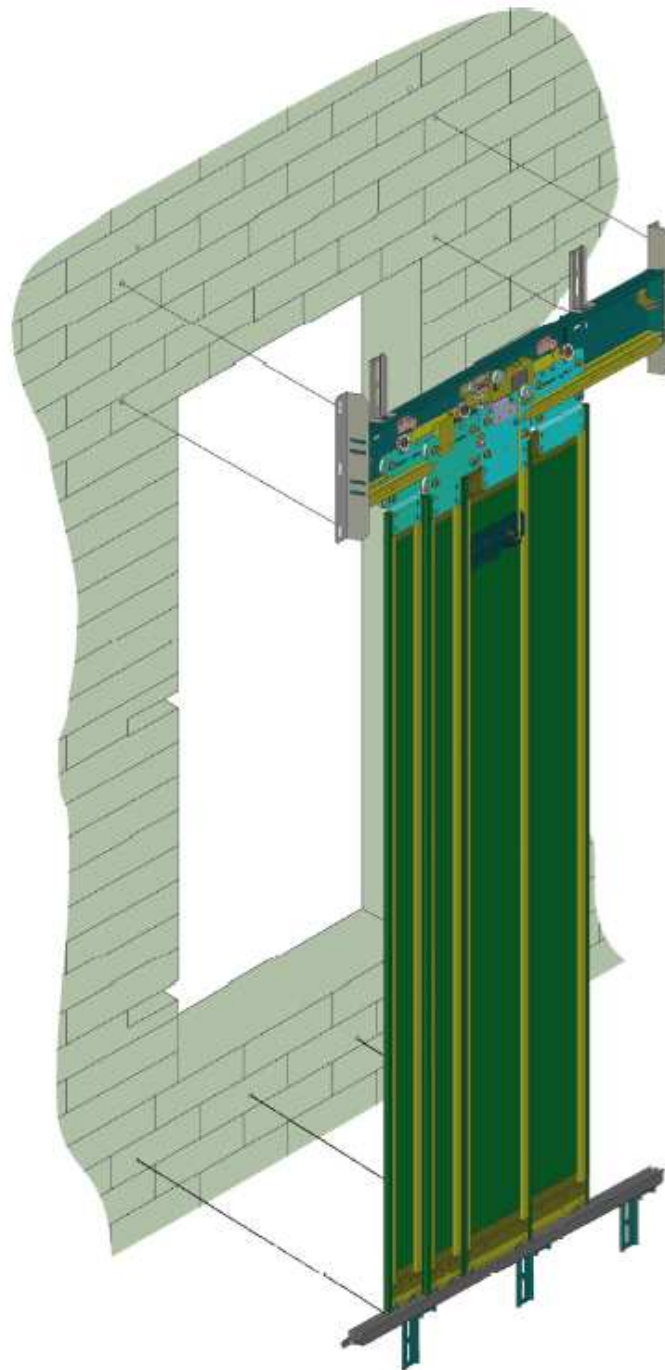


Figura 71. Puerta Slim de Rellano de la marca Fermator



Fermator, empresa líder en el mercado de puertas para ascensores, ha conseguido reducir la pisadera de la puerta de cabeza hasta unos ajustadísimos 25 mm.

Esta solución pretende dotar de puertas automáticas a los ascensores con cabina en las que normalmente se instalan puertas semiautomáticas en las que las puertas de cabina son puertas de tipo plegable, las cuales han sido hasta ahora las de menor tamaño.

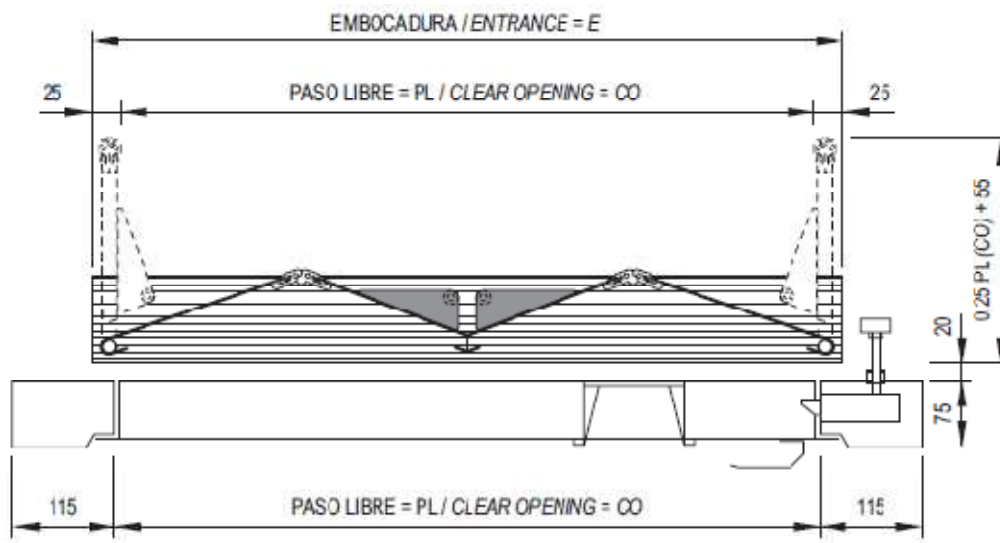


Figura 72. Plano Descriptivo de puertas plegables (Fuente: Fermator)





### 7.3. Soluciones Técnicas

Desde hace unos años los departamentos de Innovación y Desarrollo de las principales empresas han desarrollado soluciones específicas que por su peculiaridad o exclusividad merecen una mención aparte.

#### 7.3.1. Cintas planas

Aunque ya muchas empresas las ofrecen en sus instalaciones hasta hace unos años eran producto exclusivo de las empresas punteras del sector, las cintas planas son el futuro de los cables en este sector.

Las cintas planas consisten en la utilización de hilos de acero recubiertos de poliuretano. Con unas dimensiones aproximadas de 0,3 cm. de espesor y 3 cm. de ancho, cada cinta contiene más hilos de acero que un cable convencional con la misma capacidad de suspensión.



Figura 73. Sección de una cinta plana

Las ventajas de este sistema son múltiples, menor ruido, menor desgaste al utilizarse con una polea plana, menor mantenimiento al no utilizar lubricante,



mayor vida útil y más ligeras. A la vez permite una instalación más rápida al no tener que colocar uno a uno los cables tradicionales.

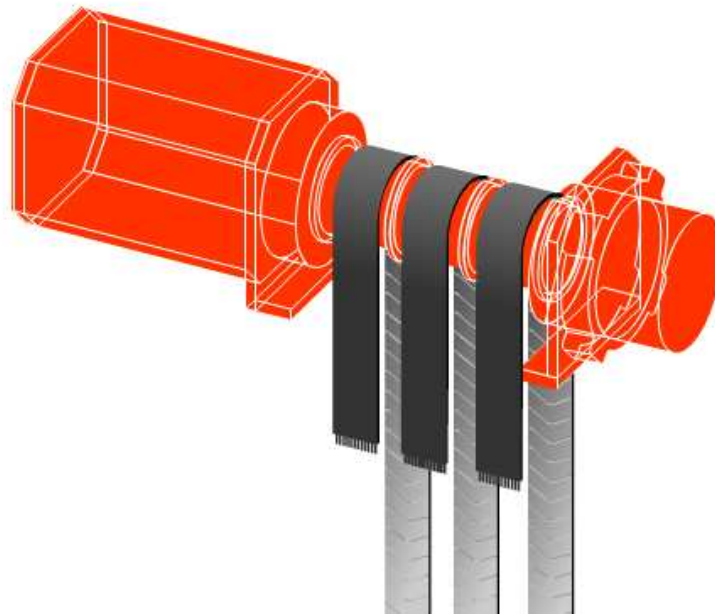


Figura 74. Representación Máquina Gearless y cinta plana

Se espera que la cinta plana se convierta poco a poco en el estándar del sistema de suspensión.

La multinacional Otis para mejorar la fiabilidad de esta instalación añade a la misma el sistema PULSE, este sistema monitoriza continuamente de forma electrónica el estado de las cintas mediante la medición de la resistencia eléctrica de los cordones de los cordones de acero.

### 7.3.2. Schindler Mobile

Esta solución técnica que la empresa Schindler presentó en el año 1997 consiste en la instalación del ascensor en un solo bloque, es decir, guías, cabina y contrapeso vienen ensambladas de fábrica en un solo conjunto.

La cabina fabricada en aluminio está impulsada por un motor situada debajo de la misma, este tiene acopladas un conjunto de ruedas motrices de goma que rigen el movimiento de la cabina por adherencia a los dos guías de aluminio huecas, siendo estas las que soportan todo el peso de la instalación transmitiéndolo a la losa.



Figura 75. Schindler Mobile

El conjunto de ruedas motrices está compuesto por 2 ruedas de fricción de poliuretano y un tercer rodillo a modo de freno, montados mediante muelles contra la guía. La guía por su parte tiene una superficie especialmente diseñada para que la adherencia no se vea afectada ni por la humedad, restos de aceite o el polvo.

En el interior de las guías de aluminio están alojados los contrapesos suspendidos por la parte superior mediante poleas compensando el peso de la cabina y un 25% del peso de la carga.

Las ventajas son su reducido nivel de ruido, reducción del espacio en la parte superior de la instalación, facilidad de fabricación, espacio extra al no necesitar cuarto de máquinas



Los inconvenientes de esta instalación la difícil instalación al tener que introducir por la parte superior del hueco del ascensor todo el bloque necesitando una grúa de grandes dimensiones para la acción.

Las características de este modelo son:

- Carga: 630 kg / 8 personas
- Velocidad: 0,63 m/s
- Altura máxima: 19,28 m
- Número de paradas: 7
- Potencia del motor: 3,4 kw



Figura 76. Instalación de un Schindler Mobile donde se puede apreciar la estructura



### 7.3.3. Kone Ecodisc

Así es como denomina la multinacional finlandesa Kone a su máquina gearless con motor eléctrico de imanes permanentes de corriente alterna, su diseño se puede resumir como una polea de tracción motorizada.



Figura 77. Despiece Motor Ecodisc (Fuente: Kone)

El motor es asistido por un convertidor de frecuencia con un software de control especialmente diseñado para este tipo de planteamiento. La máquina posee dos frenos de tambor independientes con una liberación. El motor es fijado a los raíles guía, exactamente entre estos y la pared del hueco, por lo que la instalación final resulta ser autoportante transmitiendo todos los esfuerzos a la base del hueco, es decir, a los cimientos del edificio.

Dicha máquina debido a su compacto diseño circular permite ser instalado en el propio hueco del ascensor ahorrando espacio, al poseer un solo elemento móvil (el rotor) de reducidas dimensiones necesita una menor potencia eléctrica, así mismo la necesidad de aceite así como su mantenimiento se encuentran en unos términos muy económicos, por el mismo motivo los niveles de ruido son bajos comparado con las soluciones convencionales.



Figura 78. Representación instalación Kone Ecodisc





## 8. Normativa

En cuanto a la normativa que este tipo de instalaciones deben cumplir es amplia y variada por lo que seleccionamos según la siguiente clasificación las más notables.

### 8.1. De carácter general

En todo territorio de la Unión Europea es de obligado cumplimiento la Directiva 95/16/CE, la cual establece en su redacción una serie de medidas para unificar las legislaciones de los diferentes Estados miembros en una sola en lo relativo a ascensores.

De la Directiva 95/16/CE surgió el Real Decreto 1314/1997 de obligado cumplimiento en el territorio del Estado Español.

En el año 2005 se aprobó el Real Decreto 57/2005, de 21 de Enero, por el que se establecen prescripciones para el incremento de seguridad del parque de ascensores existentes donde se dirige, por un lado, a complementar las prescripciones del Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto, referentes a la conservación de los ascensores existentes anteriormente; por otro, a definir el límite entre reglamentaciones y, por último, a mejorar las condiciones técnicas de los ascensores ya existentes con el objetivo de conseguir un nivel mínimo y uniforme de seguridad en ellos, de acuerdo con las demandas técnicas y sociales. En el siguiente apartado describiremos mejor su contenido.

Dentro de cada municipio la instalación de un ascensor tendrá que ser acorde a las Ordenanzas Municipales o a las leyes pertinentes de la Comunidad Autónoma en cuestión, siempre siendo estas conformes a las Estatales como los Reales Decreto y sobre todo al Código Técnico de la Edificación. En el caso de Zaragoza son las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana de Diciembre de 2007 las vigentes.



## 8.2. De carácter Técnico

Tanto los aparatos hidráulicos como los electromecánicos deben cumplir una serie de normativas para su correcta instalación como uso y mantenimiento, siendo parte de ella común a ambos tipos.

Los requisitos en su mayoría son de carácter dimensional y siempre velando por la seguridad, así mismo se enumera las características que los componentes deben cumplir para ello.

Los ascensores electromecánicos están regulados por la normativa UNE-EN 81-1: Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Parte 1: Ascensores Eléctricos.

En este documento se desglosan los requisitos que la instalación debe poseer dividiéndolo en las siguientes partes:

- Hueco del ascensor
- Cuarto de maquinas y poleas
- Puertas de piso
- Cabina, contrapeso y masa de equilibrado
- Suspensión, compensación y protección contra sobrevelocidad
- Guías, amortiguadores y dispositivos de seguridad de final de recorrido
- Holguras entre cabina y pared enfrentada a su acceso, así como entre cabina y contrapeso o masa de equilibrado
- Máquina
- Instalación y aparatos eléctricos
- Protección contra defectos eléctricos, mandos y prioridades
- Advertencias, marcado e instrucciones de maniobra
- Inspecciones, ensayos, registro, mantenimiento
- Diversos Anexos

Mientras que la norma que regula los ascensores hidráulicos es la norma UNE-EN 81-2: Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Parte 1: Ascensores Hidráulicos.





En este documento se desglosan los requisitos que la instalación debe poseer dividiéndolo en las siguientes partes:

- Hueco del ascensor
- Espacios de maquinaria y poleas
- Puertas de piso
- Cabina, contrapeso y masa de equilibrado
- Suspensión, precaución contra caída libre, descenso con velocidad excesiva, deslizamiento de la cabina y protección contra el movimiento incontrolado de la cabina.
- Guías, amortiguadores y dispositivos de seguridad de final de recorrido
- Holguras entre cabina y pared enfrentada a su acceso, así como entre cabina y masa de equilibrado
- Maquina de elevación
- Instalación y aparatos eléctricos
- Protección contra defectos eléctricos, mandos y prioridades
- Advertencias, marcado e instrucciones de maniobra
- Inspecciones, ensayos, registro, mantenimiento
- Diversos Anexos

El 21 de Enero de 2005 se aprobó el Real Decreto 57/2005 por el que se establecen prescripciones para el incremento de la seguridad del parque de ascensores existente. En las que mediante la disposición de una serie de artículos se establecen unos requisitos adicionales a las normativas anteriormente descritas (que posteriormente se añadieron a estas), siendo las siguientes medidas las descritas en el Real Decreto:

1. Instalar en el foso un interruptor de parada, un interruptor de iluminación del hueco y una toma de corriente, para uso del personal de mantenimiento.
2. Modificar el faldón bajo el umbral de la cabina, haciéndolo de la mayor altura posible, compatible con la profundidad del foso, hasta un máximo de 75 cm.



3. Dotar de puertas a las cabinas, junto con un indicador posicional de la cabina, visible desde su interior.
4. Instalar en la cabina iluminación y alarma de emergencia.
5. Dotar de protección a las poleas de reenvío de suspensión, de desvío, de compensación y de máquinas.
6. Instalar contacto de seguridad de aflojamiento de cable limitador.
7. Dotar de un dispositivo de parada que actúe cuando el ascensor no arranque o patinen los cables.
8. Posibilitar que se pueda controlar fácilmente, desde el cuarto de máquinas, si la cabina se encuentra en una zona de desenclavamiento.
9. En los motores alimentados directamente por una red, la llegada de energía deberá ser cortada por dos contactores independientes.
10. Instalar en cabina un sistema de comunicación bidireccional que permita una comunicación permanente con un servicio de intervención rápida en edificios de ocupación diaria temporal (edificios públicos o de oficinas), estacional o viviendas de baja ocupación, y otras situaciones que determine el órgano competente de la comunidad autónoma.
11. Instalar una barandilla en el techo de la cabina cuando el espacio libre entre el borde del techo y la pared del hueco sea mayor de 30 cm.
12. Eliminar el amianto de los mecanismos de frenado, cuando se sustituyan éstos.
13. Cuando se cambie el equipo tractor deberá lograrse una precisión de  $\pm 2$  cm del nivel de parada de la cabina respecto al nivel del piso.
14. Cuando se proceda al cambio de una bomba del equipo hidráulico, el nuevo equipo deberá disponer de una bomba manual para desplazar la cabina hacia arriba.
15. Cuando se cambie la cabina se instalarán en ella y en el descansillo órganos de mando inteligibles por minusválidos y se dotará a la cabina de un dispositivo de control de sobrecarga.
16. Cuando se cambie el grupo tractor junto con la cabina o con el bastidor, deberá instalarse un dispositivo que impida el movimiento ascendente incontrolado de la cabina.



De igual manera, las máquinas de elevación deben cumplir la Instrucción Técnica Complementaria para Baja Tensión 32, requisitos particulares de los sistemas de instalación del equipo eléctrico de diversos servicios tales como ascensores o cintas transportadoras.

Son sobre todo prescripciones de protección frente a las diversas causas de accidente o avería de este tipo de instalaciones en lo referente a la electricidad, tales como contactos directos o sobreintensidades.



### 8.3. Accesibilidad

Hoy en día, la concienciación social con los discapacitados, personas ancianas y de movilidad reducida ha permitido que las autoridades legislen para dotar a los edificios, tanto residenciales como públicos, de una facilidad de acceso que permita transitar en ellos a personas de cualquier condición física. Al ser el objeto de este estudio el de la instalación de ascensores en edificios existentes para dotar de mayor accesibilidad a dichos edificios, una visión global de la normativa de accesibilidad es una indiscutible sección en este apartado de normativas. Así pues, a continuación enumeraremos dichas normativas y normas y comentaremos otras tanto a nivel estatal como a nivel autonómico, incluso municipal.

#### 8.3.1. Marco estatal

La normativa UNE-EN 81-70: Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores no es de obligado cumplimiento pero da una referencia y presunción de conformidad con la Directiva Europea de Ascensores 95/16 la cual es de obligado cumplimiento en todo el territorio de la Unión Europea.

Mientras que el DB SUA9: Seguridad de Utilización y Accesibilidad del Código Técnico de la Edificación sí que es de obligado cumplimiento.

Resaltando los siguientes puntos conforme al objeto de este estudio.

#### 1.1.2 Accesibilidad entre plantas del edificio

Los edificios de uso Residencial Vivienda en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna vivienda o zona comunitaria, o con más de 12 viviendas en plantas sin entrada principal accesible al edificio, dispondrán de ascensor accesible o rampa accesible (conforme al apartado 4 del SUA 1) que comunique las plantas que no sean de ocupación nula (ver definición en el anejo SI A del DB SI) con las de entrada accesible al edificio. En el resto de los casos, el proyecto debe prever, al menos dimensional y estructuralmente, la instalación de un ascensor accesible que comunique dichas plantas.



Las plantas con viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas dispondrán de ascensor accesible o de rampa accesible que las comunique con las plantas con entrada accesible al edificio y con las que tengan elementos asociados a dichas viviendas o zonas comunitarias, tales como trasteros o plazas de aparcamiento de la vivienda accesible, sala de comunidad, tendedero, etc.

2 Los edificios de otros usos en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna planta que no sea de ocupación nula, o cuando en total existan más de 200 m<sup>2</sup> de superficie útil (ver definición en el anejo SI A del DB SI) excluida la superficie de zonas de ocupación nula en plantas sin entrada accesible al edificio, dispondrán de ascensor accesible o rampa accesible que comunique las plantas que no sean de ocupación nula con las de entrada accesible al edificio.

Las plantas que tengan zonas de uso público con más de 100 m<sup>2</sup> de superficie útil o elementos accesibles, tales como plazas de aparcamiento accesibles, alojamientos accesibles, plazas reservadas, etc., dispondrán de ascensor accesible o rampa accesible que las comunique con las de entrada accesible al edificio.

#### 1.1.3 Accesibilidad en las plantas del edificio

1 Los edificios de uso Residencial Vivienda dispondrán de un itinerario accesible que comunique el acceso accesible a toda planta (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible o previsión del mismo, rampa accesible) con las viviendas, con las zonas de uso comunitario y con los elementos asociados a viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas, tales como trasteros, plazas de aparcamiento accesibles, etc., situados en la misma planta.

Los edificios de otros usos dispondrán de un itinerario accesible que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible, rampa accesible) con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación (ver definición en el anejo SI A del DB SI) de las zonas de uso privado exceptuando las zonas de ocupación nula,



y con los elementos accesibles, tales como plazas de aparcamiento accesibles, servicios higiénicos accesibles, plazas reservadas en salones de actos y en zonas de espera con asientos fijos, alojamientos accesibles, puntos de atención accesibles, etc.

Los ascensores accesibles se señalizarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.



### Ascensor accesible

Se entiende por ascensor accesible aquel ascensor que cumple la norma UNE EN 81-70:2004 relativa a la “Accesibilidad a los ascensores de personas, incluyendo personas con discapacidad”, así como las condiciones que se establecen a continuación:

- La botonera incluye caracteres en Braille y en alto relieve, contrastados cromáticamente. En grupos de varios ascensores, el ascensor accesible tiene llamada individual / propia.
- Las dimensiones de la cabina cumplen las condiciones de la tabla que se establece a continuación, en función del tipo de edificio:

	Dimensiones mínimas, anchura x profundidad (m)	
	En edificios de uso <i>Residencial Vivienda</i>	
	sin viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas	con viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas
	En otros edificios, con <i>superficie útil en plantas distintas a las de acceso</i>	
	≤ 1.000 m <sup>2</sup>	> 1.000 m <sup>2</sup>
- Con una puerta o con dos puertas enfrentadas	1,00 x 1,25	1,10 x 1,40
- Con dos puertas en ángulo	1,40 x 1,40	1,40 x 1,40

- Cuando además deba ser ascensor de emergencia conforme a DB SI 4-1, tabla 1.1 cumplirá también las características que se establecen para éstos en el Anejo SI A de DB SI.

Espacio para giro - Diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos en el vestíbulo de entrada, o portal, al fondo de pasillos de más de 10 m y frente a ascensores accesibles o al espacio dejado en previsión para ellos.



### 8.3.2. Comunidades Autónomas

A continuación nombraremos las leyes a nivel autonómico de Aragón, Cataluña y Madrid, siendo estas incluidas por su evidente localización en el caso de Aragón y peso industrial las de Cataluña y Madrid.

#### Aragón

La LEY 3/1997, de 7 de abril, de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas, Urbanísticas, de Transportes y de la Comunicación es la encargada en regular la accesibilidad en la Comunidad Autónoma de Aragón.

En su artículo 5 contempla de que en la necesidad de instalación de un ascensor para el acceso a garajes o aparcamientos en superficie o subterráneos estos deberán permitir la accesibilidad a personas en situación de limitación o con movilidad reducida, y sus accesorios estarán convenientemente adaptados.

El artículo 8 dice lo siguiente:

Artículo 8.-Accesibilidad de los edificios de uso privado.

1. Los edificios de uso privado de nueva construcción en los que sea obligatoria la instalación de ascensor deberán reunir los siguientes requisitos mínimos:

a) Dispondrán de un itinerario practicable que una las viviendas o los diferentes departamentos con el exterior y con las dependencias de uso comunitario que estén a su servicio.

b) Dispondrán de un itinerario practicable que una la edificación con la vía pública y con edificaciones o servicios anexos de uso comunitario.

2. Cuando estos edificios de nueva construcción tengan una altura superior a planta baja y piso, a excepción de viviendas unifamiliares, y no estén obligados a la instalación de ascensor, se dispondrán las especificaciones técnicas y de diseño que faciliten la posible instalación de un ascensor practicable; el resto de los elementos comunes de estos edificios deberán reunir los requisitos de la practicabilidad.





En Zaragoza mediante la Ordenanza Municipal de Supresión de Barreras Arquitectónicas y Urbanísticas se intenta dotar a los edificios de la accesibilidad necesaria para su uso por personas de toda condición física. Para la accesibilidad en zonas con cambios de nivel a parte de rampas y escaleras, incluye a los ascensores como elementos primordiales. Teniendo estos que cumplir unas características específicas redactadas en el artículo 16:

- Las cabinas de ascensor, tendrán, al menos, las siguientes dimensiones interiores: --Fondo: En el sentido de acceso: 1,20 metros en edificios de viviendas y de 1,40 metros en edificios de uso público.
  - Ancho: 0,90 metros en edificios de viviendas y 1,10 metros en edificios de uso público.
  - Superficie mínima: 1,20 m<sup>2</sup>.
- Las puertas de cabina y cancela serán telescópicas, con un ancho útil de paso igual o mayor de 0,80 metros y tendrán un dispositivo que impida el cierre cuando en el umbral haya alguna persona.
- La nivelación entre el rellano y el pavimento de la cabina será tal que no origine desajustes superiores a un centímetro, y que la separación horizontal máxima entre ambos no sea superior a 2 centímetros.
- Frente a las puertas de los ascensores deberá existir un espacio libre de obstáculos de 1,50 x 1,50 metros.

### Cataluña

En la Comunidad Autónoma Catalana, la ley encargada de regular la accesibilidad a los edificios es la Ley 20/1991, de 25 de noviembre, de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.



En su artículo numero 8 argumenta lo siguiente:

Accesibilidad de los edificios de uso privado.

1. Los edificios de uso privado de nueva construcción en los que sea obligatoria la instalación de ascensor deberán reunir los siguientes requisitos mínimos de accesibilidad:

Dispondrán de un itinerario practicable que una las entidades o las viviendas con el exterior y con las dependencias de uso comunitario que estén a su servicio.

Dispondrán de un itinerario practicable que una la edificación con la vía pública, con edificaciones o servicios anexos de uso comunitario y con edificios vecinos.

2. Cuando estos edificios de nueva construcción tengan una altura superior a planta baja y piso, a excepción de las viviendas unifamiliares, y no estén obligados a la instalación de ascensor, se dispondrán las especificaciones técnicas y de diseño que faciliten la posible instalación de un ascensor practicable; el resto de los elementos comunes de estos edificios deberán reunir los requisitos de uso práctico.

### Madrid

La cantidad de artículos que mencionan la instalación objeto de estudio es mucho mayor en su Ley 8/1993, de 22 de junio, de promoción de la accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.

### Artículo 21. Comunicación vertical.

1. Al menos uno de los itinerarios que unan las dependencias y servicios en sentido vertical deberá ser accesible, teniendo en cuenta para ello y como mínimo el diseño y trazado de escaleras, ascensores, tapices rodantes y espacios de acceso.



2. Las especificaciones técnicas concretas serán las siguientes:

- a. Posee el grado de itinerario vertical adaptado, aquel que permite el acceso y evacuación con fiabilidad, tal como aquel que dispone de rampas y ascensores.
- b. Se pondrán ascensores cuando la solución permita garantizar su disponibilidad y exista un plan de evacuación que detalle las condiciones de acceso de personas en función de la exigencia de evacuación, y siempre que al menos uno de los ascensores tenga un fondo mínimo de cabina, en el sentido del acceso, de 1,20 metros, con un ancho mínimo de cabina de 0,90 metros y una superficie mínima de 1,20 metros cuadrados. Las puertas en, recinto y cabina serán automáticas, tendrán un mínimo de 0,80 metros y los botones de mando en los espacios de acceso e interior de cabina se colocarán a una altura inferior a 1,20 metros y contarán con sistemas de información alternativos a la numerología arábiga, además de ésta. Los botones de alarma deberán ser identificados visual y táctilmente. En las paredes de las cabinas se contará con pasamanos a una altura de 0,90 metros.
- c. En la reforma de edificios de uso público, el itinerario vertical adaptado podrá disponer de elementos mecánicos o soluciones técnicas distintas a los anteriores para facilitar su acceso y evacuación, de acuerdo con las exigencias que reglamentariamente se establezcan.
- d. Las características de los elementos complementarios como escaleras o tapices rodantes, así como las exigencias de iluminación, señalización y funcionamiento serán las adecuadas.

Artículo 26. Accesibilidad en los edificios de uso privado.

1. Los edificios de uso privado de nueva construcción en los que sea obligatoria la instalación de ascensor deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos de accesibilidad:

- a. Dispondrán de un itinerario practicable que una las entidades o viviendas con el exterior y con las dependencias de uso comunitario que están a su servicio.



- b. Dispondrán de un itinerario practicable que una la edificación con la vía pública, con edificaciones o servicios anexos de uso comunitario y con edificios vecinos.
- c. La cabina del ascensor, así como sus puertas de entrada, serán practicable para personas con movilidad reducida o cualquier otra limitación.

2. Cuando estos edificios de nueva construcción tengan una altura superior a planta baja y piso, a excepción de las viviendas unifamiliares, y no estén obligados a la instalación de ascensor, se dispondrán las especificaciones técnicas y de diseño que faciliten la posible instalación de un ascensor practicable. El resto de los elementos comunes de estos edificios deberán reunir los requisitos de practicabilidad.

Artículo 27. Viviendas para personas con movilidad reducida permanente.

1. Con el fin de garantizar el acceso a la vivienda de las personas con movilidad reducida permanente, en los programas anuales de promoción pública se reservará un porcentaje no inferior al 3 % del volumen total para satisfacer la demanda de vivienda de estos colectivos, de la forma que reglamentariamente se establezca.

2. En las promociones de viviendas de Protección Oficial, los promotores, ya sean sociales o privados, deberán reservar, en los proyectos que presenten para su aprobación, la proporción mínima que se establezca reglamentariamente y, en todo caso, respetando el mínimo establecido en el apartado anterior para personas con movilidad reducida permanente.

3. Los edificios en que existan viviendas para personas en situación de movilidad reducida permanente deberán tener adaptados los elementos comunes de acceso a dichas viviendas, las dependencias de uso comunitario del servicio de las mismas, un itinerario peatonal, al menos, que una la edificación con la vía pública, con servicios o edificaciones anejas o con edificios vecinos y los itinerarios interiores de dichas viviendas.



4. Un porcentaje que se establecerá reglamentariamente en función de la demanda existente de la reserva de viviendas contempladas en el apartado 1 de este artículo será convertible para grandes minusválidos, con unos servicios que permitan la adaptación de la vivienda a este uso especial.

5. Todos aquellos proyectos privados que programen, al menos en un 3 % del total, viviendas adaptadas a las necesidades de las personas con movilidad reducida permanente tendrán preferencia en la obtención de subvenciones, ayudas económicas, créditos o avales concedidos por el Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid.

Artículo 28. Garantía de la realización de las adaptaciones interiores de las viviendas reservadas.

Los promotores privados de viviendas de protección oficial podrán sustituir las adaptaciones interiores de las viviendas reservadas para personas con movilidad reducida, al solicitarse la calificación definitiva, por depósito de un aval suficiente, en los términos y condiciones que se establezcan reglamentariamente, de una entidad financiera legalmente reconocida que garantice la realización de las obras necesarias para las adaptaciones correspondientes. Estas viviendas serán adjudicadas prioritariamente a personas en situación de movilidad reducida y a Entidades públicas o privadas con personalidad jurídica propia y sin finalidad de lucro en el plazo que prevé la legislación vigente, para dedicarlos a minirresidencias, pisos compartidos o cualquier tipo de vivienda destinado a personas con limitaciones, en los términos establecidos en el Decreto 23/1987, de 26 de marzo.

Artículo 29. Accesibilidad de los elementos comunes.

Los propietarios o usuarios de viviendas pueden llevar a cabo las obras de adaptación necesarias para que sus interiores o elementos y los servicios comunes de los edificios de vivienda puedan ser utilizados por personas con a



#### 8.4. Reforma/Rehabilitación

En este apartado vamos a estudiar las normativas referentes a la reforma y rehabilitación de edificios en los que un ascensor entra en juego en un ámbito local puesto que son los municipios los que se encargan tanto de regular estas actividades como fomentarlas mediante subvenciones.

A nivel estatal en Diciembre de 2008 se publicó en el BOE el Real Decreto 2066/2008, de 12 de Diciembre, por el que se regula el Plan Estatal de Vivienda y Rehabilitación 2009-2012. En él se contemplan las acciones para el fomento del acceso a la vivienda así como la rehabilitación y adecuación de los edificios existentes.

En dicho texto contempla la instalación de un ascensor como una mejora para la accesibilidad así como su adecuada señalización, por lo que están contemplados en las ayudas para las acciones de mejora.

A parte existe una ley que regula la instalación, sustitución y mejora de un ascensor dentro de una comunidad de vecinos, la Ley de Propiedad Horizontal.

En ella en su artículo 17 dice que la instalación o supresión de un ascensor (como elemento de uso común) requerirá el voto favorable de las tres quintas partes del total de los propietarios que, a su vez, representan las tres quintas partes de las cuotas de participación. Pero según el artículo 11 no están obligados a su pago los propietarios que consideren que no deben pagar, casi siempre coincidiendo con los propietarios de los bajos y primeros pisos ya que consideran que no harán uso del mismo, siempre y cuando no sea exigible la instalación de dicho ascensor. Cuando en el inmueble personas con minusvalía física o limitaciones de movilidad, y personas de avanzada edad, los disidentes no tienen la posibilidad de negarse a sufragar los gastos de la instalación.

#### Zaragoza

La Normativa vigente en relación con la reforma y rehabilitación de viviendas es la Ordenanza Municipal de Fomento a la Rehabilitación. En dicho texto se redactan las condiciones generales que debe tener un edificio, las licencias necesarias así como las ayudas de gestión y económicas para poder realizar las acciones pertinentes.



En lo referente a ascensores, el texto lo contempla en su Capítulo II Condiciones Generales de la Edificación en el artículos 7 indicando que la superficie de dicho elemento deben estar sujetos a Ordenanzas Municipales y al Plan General de Ordenación Urbana, mientras que el artículo 12 menciona la posibilidad de la reducción de las dimensiones de la escalera si el ascensor es instalado en el hueco de la misma. En el artículo 13 contempla la posibilidad de la instalación del ascensor en el hueco de la escalera, patio interior o en el exterior en un espacio libre privado.

En relación a la instalación del ascensor en el hueco de la escalera, la normativa municipal específica, a parte de la anteriormente citada en PGOU, en el texto aprobado por el Ayuntamiento de Zaragoza en Julio de 2005 contempla lo siguiente:

PRIMERO.- Asumir como propio el criterio no vinculante de la Dirección General de Arquitectura y Política de la Vivienda del Ministerio para la Vivienda, emitido como consecuencia de las repuestas evacuadas a consultas formuladas ante ese órgano directivo, para la interpretación y aplicación de la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI/96 Condiciones de protección contra incendios en los edificios, aprobada por Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre, y declarada vigente mediante la Disposición Final 2ª y el artículo 3.2 de la Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación (LOE), en lo que se refiere al artículo 7.4.3 de la Norma sobre la reducción del ancho mínimo de escalera en edificios habitados existentes para posibilitar la instalación de un ascensor, en los siguientes términos: "La anchura mínima de las escaleras será igual o mayor a 1,00 metro, sin que a los efectos de su aplicación los pasamanos reduzcan la anchura libre. No obstante, a efectos de permitir la instalación de un ascensor en la caja de la escalera, cabe la reducción de hasta un 10% de la anchura mínima que establece la Norma Básica, siempre que se cumplan las siguientes condiciones limitativas:

- A) Que la anchura de paso resultante cumpla con el criterio de dimensionamiento establecido en el artículo 7.4.2.b) de la Norma.



- B) Que la instalación del ascensor responda a la adecuación del edificio a la normativa vigente sobre eliminación de barreras arquitectónicas y sobre personas con movilidad reducida.
- C) Que por los promotores de la obra, con inclusión en el proyecto técnico presentado junto con la solicitud de licencia, se propongan las medidas compensatorias de adecuación o de mejora de las condiciones de seguridad de la escalera que se estimen suficientes por los servicios técnicos municipales, tales como, por ejemplo, instalación de extintores, de alumbrado de emergencia, etc.
- D) Deberá justificarse igualmente, desde el punto de vista técnico, por los promotores de la obra, que la seguridad de las personas y la posibilidad de actuación de los medios de extinción de incendios no quedarán afectadas, manteniéndose la exigencia de que la reducción de la anchura sea la mínima imprescindible en cada caso concreto, hasta el 10% como máximo, y acreditándose que la solución propuesta no pueda ser sustituida por otra que suponga una menor reducción de la anchura de las escaleras". Todo ello, de conformidad con los informes, técnico, del Servicio contra Incendios, de Salvamento y Protección Civil de fecha 16 de marzo de 2004, y jurídico, del Coordinador Jurídico de la Gerencia de Urbanismo de fecha 12 de mayo de 2005.

SEGUNDO.- Este criterio tiene carácter restrictivo y no cabe hacer una extensión generalizada del mismo, aplicándose exclusivamente a aquellos supuestos en los que se acredite por el promotor la imposibilidad de proceder a la instalación del ascensor en otras zonas, espacios o huecos libres del edificio.

TERCERO.- Este criterio tiene carácter subsidiario, y se aplicará siempre y cuando no sean viables otras soluciones de instalación del ascensor previstas en los artículos 2.2.14. párrafo 3 y 2.3.12 párrafo 2 de las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana vigente.

CUARTO.- A fin de poder dar cumplimiento a lo dispuesto en este Criterio, y en orden a facilitar la celeridad y eficacia en la tramitación y resolución de estas licencias, se establecen los siguientes requisitos procedimentales, y





obligaciones documentales para los promotores y técnicos redactores de los proyectos de esta clase de obras:

- a) Se deberá incorporar al anexo de Prevención de Incendios del proyecto de obra un apartado específico justificativo de la solución adoptada, que cumplimente adecuadamente los requisitos establecidos en el texto del Criterio, de conformidad con lo establecido en el artículo 3.1 de la NBE-CPI/96.
- b) La licencia será tramitada por el Servicio de Licencias Urbanísticas, que recabará informe técnico previo del Servicio contra Incendios, de Salvamento y Protección Civil.
- c) Una vez ejecutadas las obras deberá solicitarse licencia de ocupación para que los servicios técnicos municipales comprueben la conformidad de las obras con el proyecto que sirvió de base a la licencia urbanística. En el trámite de información técnica, el informe sobre el cumplimiento de la normativa de prevención de incendios corresponderá en todo caso al Servicio contra Incendios, de Salvamento y Protección Civil.

QUINTO.- Dejar sin efecto la interpretación sobre instalación de ascensores acordada por la Comisión de Gobierno en sesión de fecha 9 de noviembre de 2001

SEXTO.- Que por los Servicios de Licencias Urbanísticas, Inspección Urbanística, y de Incendios, de Salvamento y Protección Civil, se adopten las medidas oportunas en orden a hacer efectivo el cumplimiento de lo establecido en este Criterio.



## 8.5. Subvenciones

La instalación de un ascensor en un edificio de viviendas supone uno de los desembolsos económicos más importantes que una comunidad de vecinos puede soportar, por ello los ayuntamientos ponen a disposición de los propietarios ayudas económicas para obras de rehabilitación entre las que se encuentra la instalación de ascensores. A continuación haremos una mención a las ayudas que ofrecen los ayuntamientos de Zaragoza, Madrid y Barcelona.

### Zaragoza

El ayuntamiento de Zaragoza en su Ordenanza Municipal de Fomento a la Rehabilitación publicada el día 21 de Agosto de 2010 en el B.O.P. contempla las ayudas económicas en su capítulo V.

La instalación de un ascensor entraría dentro de las obras denominadas para la adecuación de edificio, el ayuntamiento de Zaragoza hace una distinción entre edificios atendiendo a su ubicación dentro o no de Áreas de Rehabilitación Preferentes Municipales, y en su defecto la Rehabilitación Aislada, por lo que los porcentajes e importes de ayudas variarán.

En el artículo 28.1.1.- En actuaciones en Áreas de Rehabilitación Preferentes Municipales:

Para obras de rehabilitación de edificios, estructural o funcional, que no incluyan obras preferentes: 35 % del presupuesto protegido sin superar en ningún caso el límite máximo de 6.000 euros por vivienda o cada 150 metros cuadrados o fracción, de local comercial (si contribuye a la financiación de las obras)

b) Para obras de rehabilitación de edificios, estructural o funcional, que incluyan obras preferentes, se aplicará el porcentaje del 60 % al presupuesto protegido resultante:

- Para obras de accesibilidad
- Para obras de ahorro energético y obras de eficiencia energética y actuaciones que conlleven mejora en el uso, consumo, distribución o almacenamiento del agua
- Para instalación de energías renovables



Sin superar en ningún caso el límite máximo 9.000 euros por vivienda o cada 150 metros cuadrados o fracción, de local comercial (si contribuye a la financiación de las obras).

c) Para obras de adecuación de habitabilidad en viviendas, que no incluyan obras preferentes 35 % del presupuesto protegido sin superar en ningún caso el límite de 4.500 euros por vivienda.

d) Para obras de adecuación de habitabilidad en viviendas, que incluyan obras preferentes, se aplicará el porcentaje del 60 % al presupuesto protegido resultante:

- Para obras de accesibilidad
- Para obras de ahorro energético y obras de eficiencia energética y actuaciones que conlleven mejora en el uso, consumo, distribución o almacenamiento del agua
- Para instalación de energías renovables:

Sin superar en ningún caso el límite máximo de 6.000 euros por vivienda.

Y en el artículo 28.1.2.- En actuaciones de Rehabilitación Aislada.

Para obras de rehabilitación de edificios, estructural o funcional, que no incluyan obras preferentes: 20 % del presupuesto protegido sin superar en ningún caso el límite máximo de 2.000 euros por vivienda o cada 150 metros cuadrados o fracción, de local comercial (si contribuye a la financiación de las obras).

Para obras de rehabilitación de edificios, estructural o funcional, que incluyan obras preferentes, se aplicará el porcentaje del 60 % al presupuesto protegido:

- Para obras de accesibilidad
- Para obras de ahorro energético y obras de eficiencia energética y actuaciones que conlleven mejora en el uso, consumo, distribución o almacenamiento del agua.
- Para instalación de energías renovables

Sin superar en ningún caso el límite máximo 3.000 euros por vivienda o cada 150 metros cuadrados o fracción, de local comercial (si contribuye a la financiación de las obras).



Para obras de adecuación de habitabilidad en viviendas, que no incluyan obras preferentes: 20 % del presupuesto protegido sin superar en ningún caso el límite de 2.000 euros por vivienda.

Para obras de adecuación de habitabilidad en viviendas, que incluyan obras preferentes, se aplicará el porcentaje del 60 % al presupuesto protegido:

- Para obras de accesibilidad
- Para obras de ahorro energético y obras de eficiencia energética y actuaciones que conlleven mejora en el uso, consumo, distribución o almacenamiento del agua
- Para instalación de energías renovables

Sin superar en ningún caso el límite máximo de 3.000 euros por vivienda.

Así mismo, se dan subvenciones a los edificios solicitantes con una antigüedad a partir de 40 años.

### Barcelona

El ayuntamiento de Barcelona tiene dentro de su campaña para la Protección y Mejora del Paisaje Urbano “BARCELONA, POSA'T GUAPA” una sección específica de ayudas para la instalación de ascensores.

Este programa de ayudas se dirige a las comunidades de propietarios y propietarios de edificios de la ciudad de Barcelona en que técnicamente se puede instalar un ascensor. Igualmente, se ha previsto una línea de ayudas individuales complementarias, específica para aquellas personas con menos recursos, que permitirá cubrir hasta el 100% de la aportación individual a asumir, para garantizar que la situación económica de ningún vecino sea un motivo que impida la instalación del ascensor.

Para la instalación de ascensores el importe de la subvención es el 60% del presupuesto subvencionable, con el máximo de 45.000 euros por ascensor. En el caso de realizar obras complementarias para conseguir un itinerario practicable, la ayuda máxima será la más favorable entre el límite de 45.000 euros por ascensor o de 6.000 euros por vivienda.



### Madrid

En Madrid, el Decreto 88/2009 del Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid, por el que se regulan las ayudas económicas a la rehabilitación de edificios residenciales y recuperación de entornos urbanos en dicha Comunidad Autónoma, contempla las ayudas para la instalación de ascensores en edificios carentes del mismo. En su punto 8.4 dice lo siguiente:

4. Mejora de la funcionalidad en los edificios con respecto a la accesibilidad que tengan por finalidad la instalación de ascensores en edificios residenciales para dar acceso a las viviendas y posibilitar el acceso y conexión de estas con elementos y zonas comunes (garajes, trasteros, etcétera) podrán obtener una subvención del 70 por 100 de la inversión subvencionable para su instalación, con el límite de 50.000 euros por ascensor.



## Ejemplo

En las siguientes páginas se describirá a modo de ejemplo la obra de instalación en un edificio carente de ascensor.

Como se puede ver en la primera imagen, se trata de un edificio en el que debemos dar servicio a 6 plantas (planta baja, entresuelo, planta principal, 1º planta, 2º planta y ático). Dado el número de plantas a servir y las reducidas dimensiones disponibles se opta por un la instalación de un ascensor de tipo hidráulico con estructura autoportante ya que no existe un hueco que garantice la resistencia suficiente para la instalación.

En la vistas en planta de las escaleras comprobamos que la anchura del hueco es de tan solo 61 cm, medida totalmente insuficiente para la instalación de un ascensor, por lo que se debe realizar un recorte en la escalera de 10 cm.

### DETALLE FOSO ASCENSOR

ESCALA: 1/20

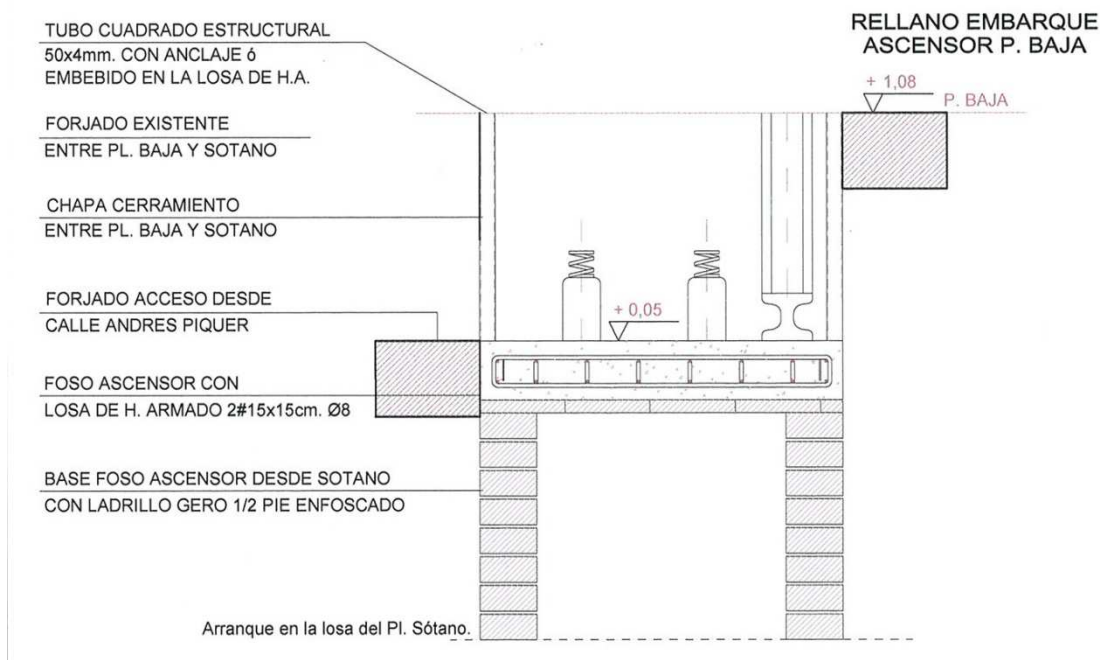


Figura 79. Detalle de la construcción del foso

Así mismo, se debe romper la solera de la planta baja para la construcción del foso del ascensor y adecuarla para una medida de profundidad de 1,20 m y la

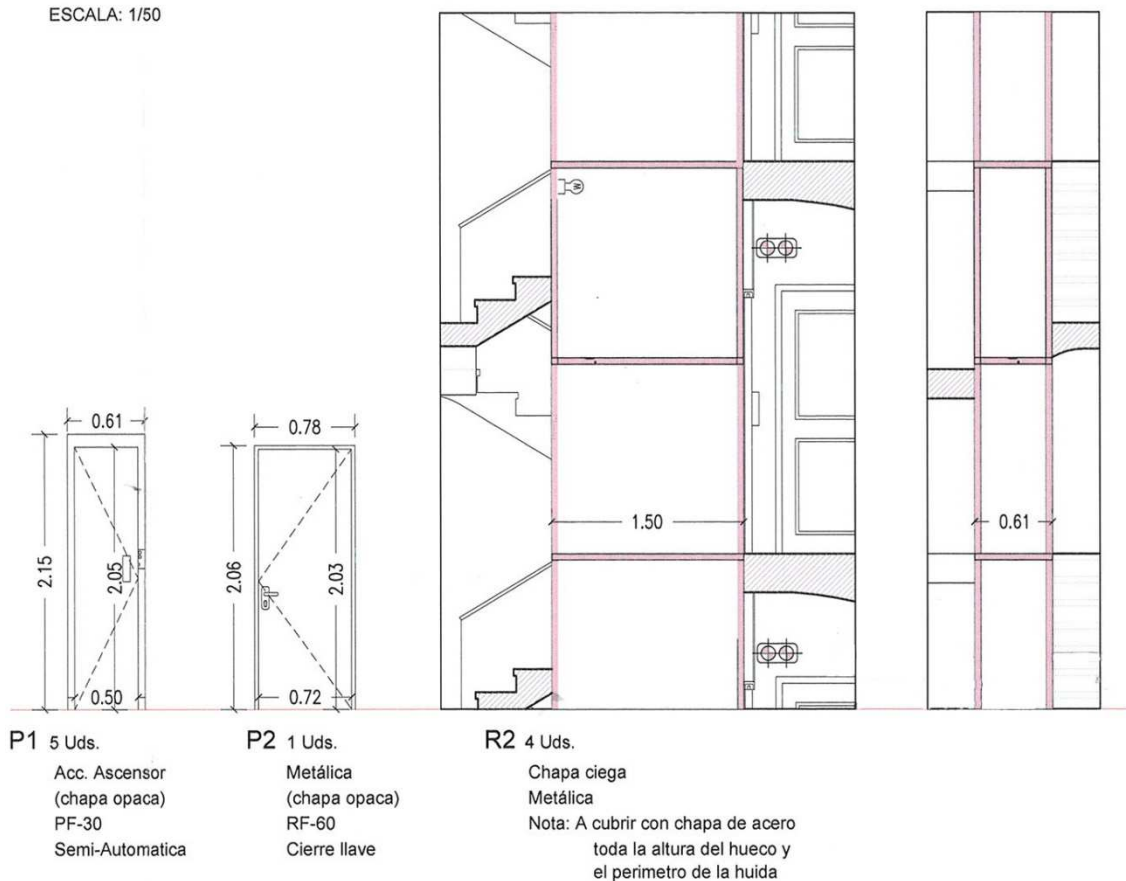


resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que la instalación le transmitirá.

El ascensor hidráulico que permitirá ser instalado es uno con capacidad de 3 personas (225 kg) con puertas semiautomáticas, velocidad nominal de 0,5 m/s.

## MEMORIA DE CARPINTERIA

ESCALA: 1/50



NOTA: -EN EL PLANO DE COTAS, VIENE INDICADO EL GIRO DE PUERTA.  
-MEDIDAS HUECO OBRA.

Figura 80. Detalle de la estructura autoportante

La perfilaría necesaria para la construcción de la estructura autoportante será la siguiente:

- Perfil estructural en L 20x40x3mm
- Tubo cuadrado de 40x20x2mm
- Perfil estructural 40x20x4mm

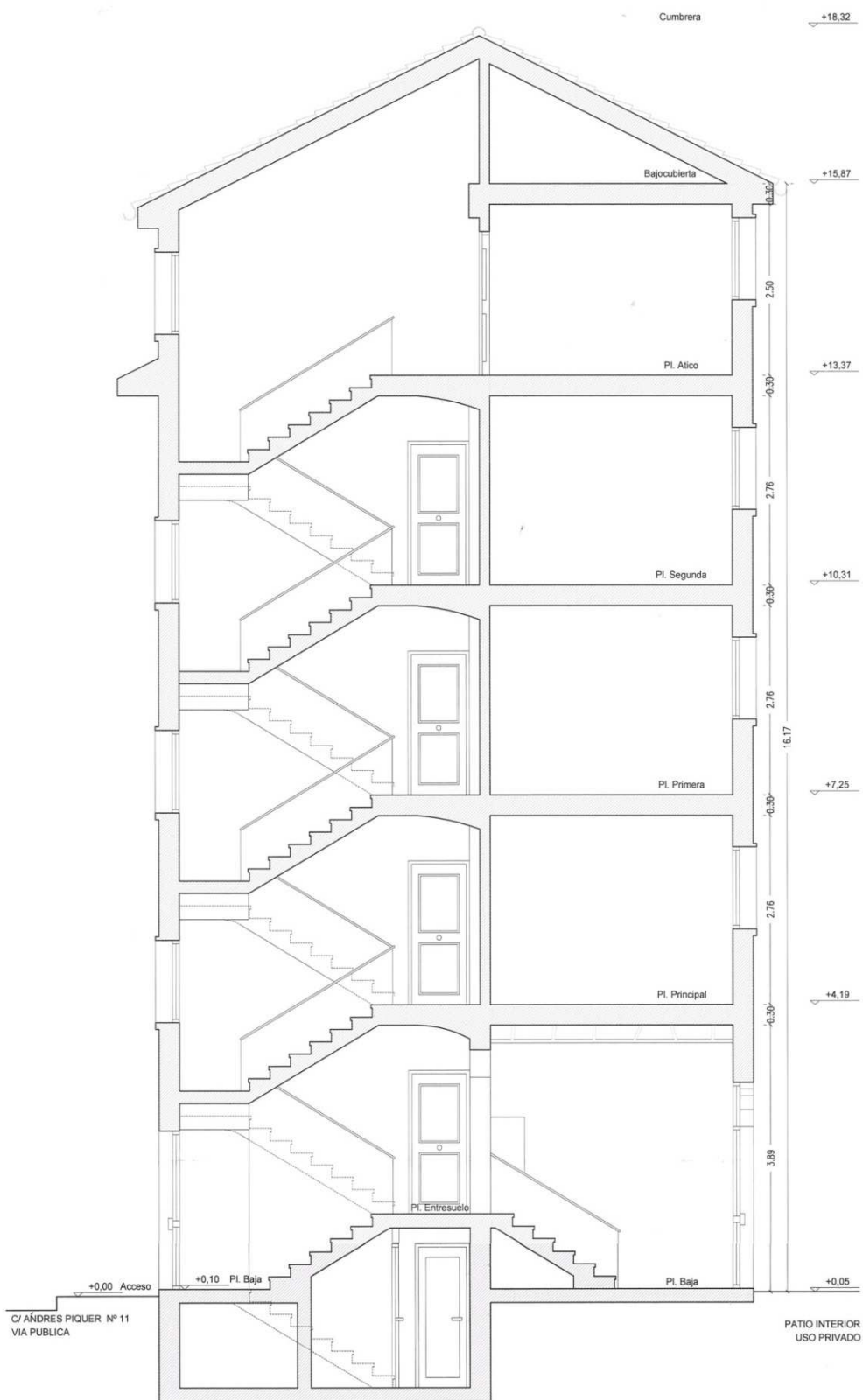


Figura 81. Sección del edificio



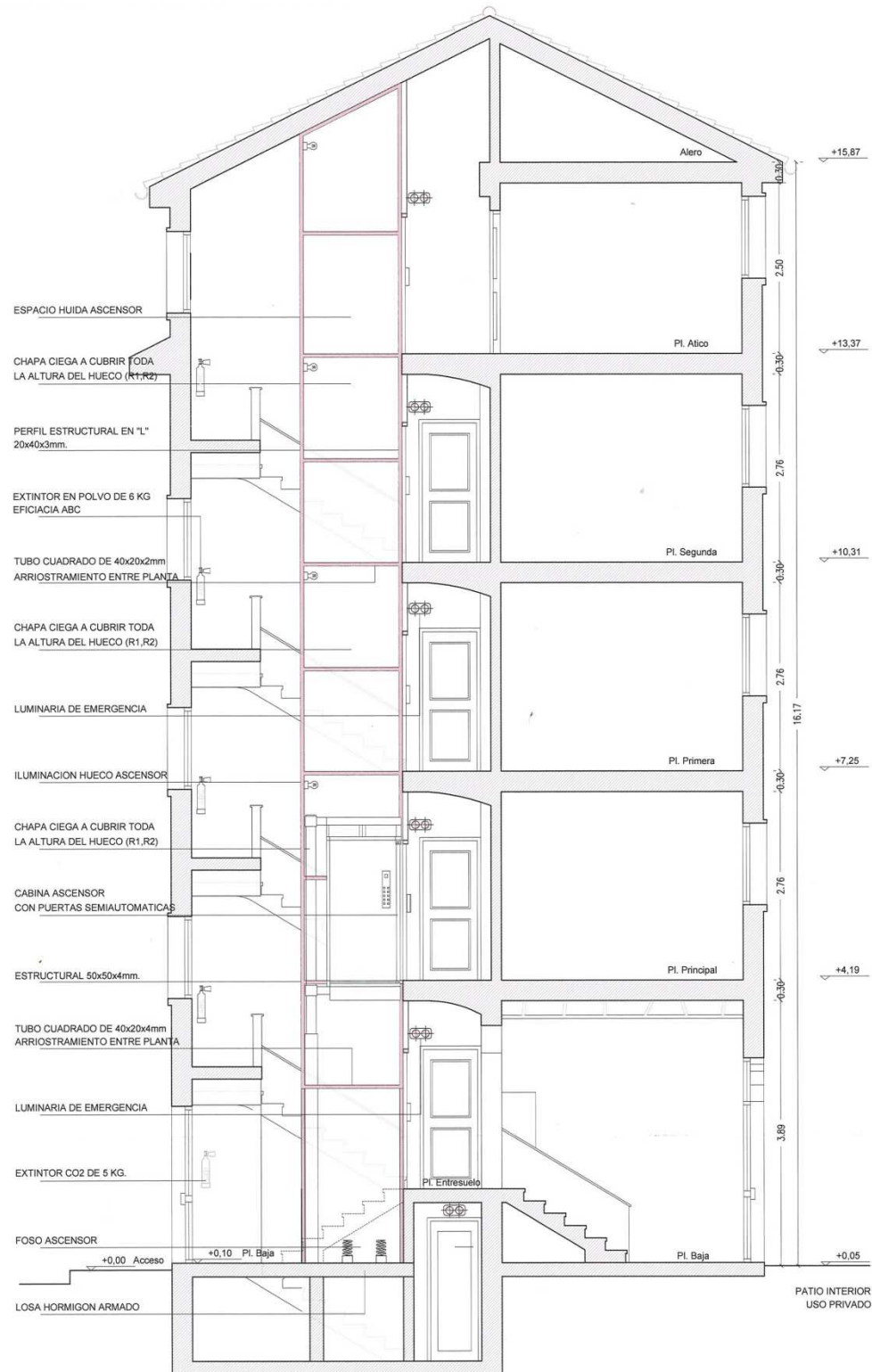


Figura 82. Sección del edificio rehabilitado



Con las siguientes figuras se observarán de una manera más clara las obras realizadas.

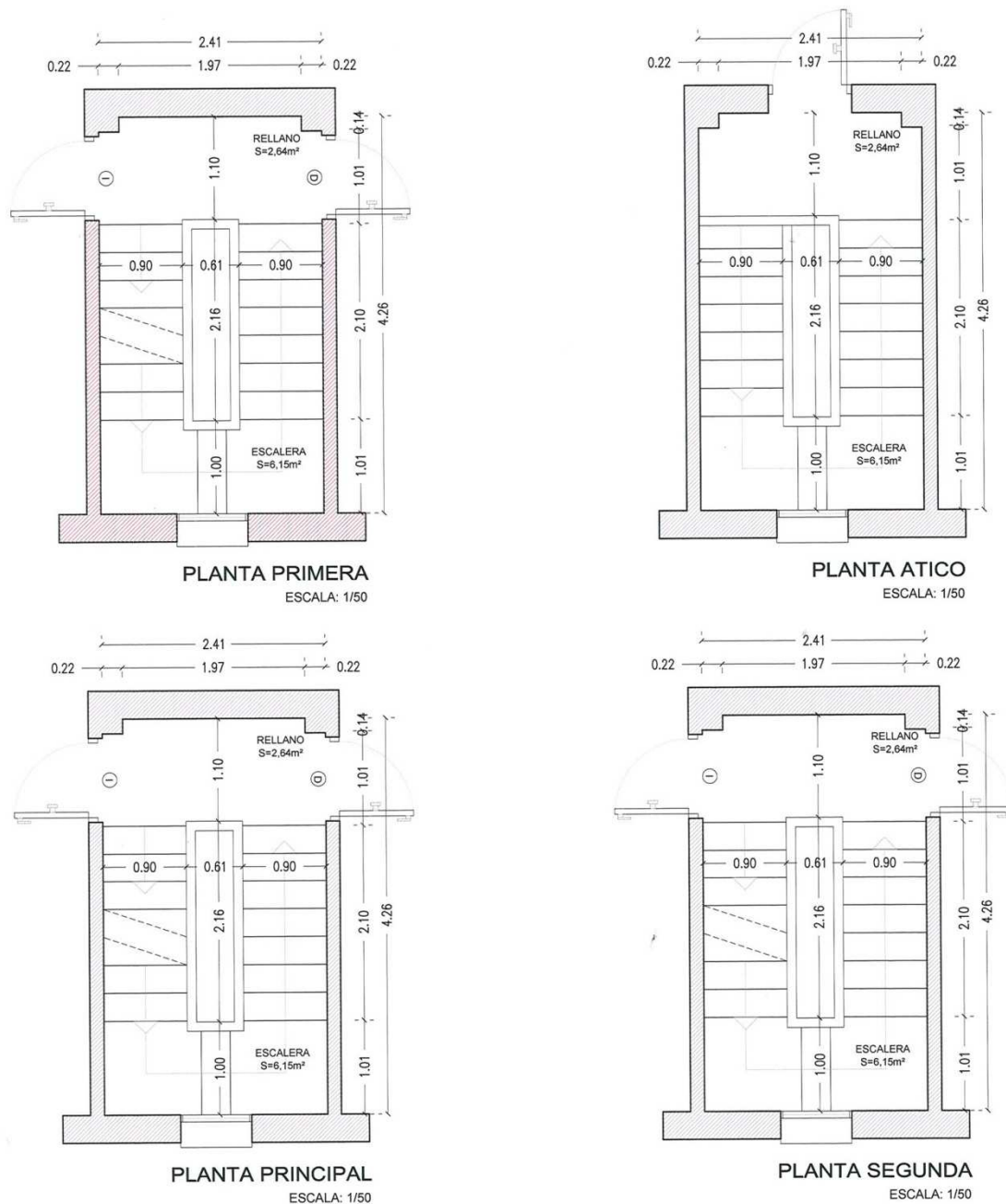


Figura 83. Vista en planta de las plantas

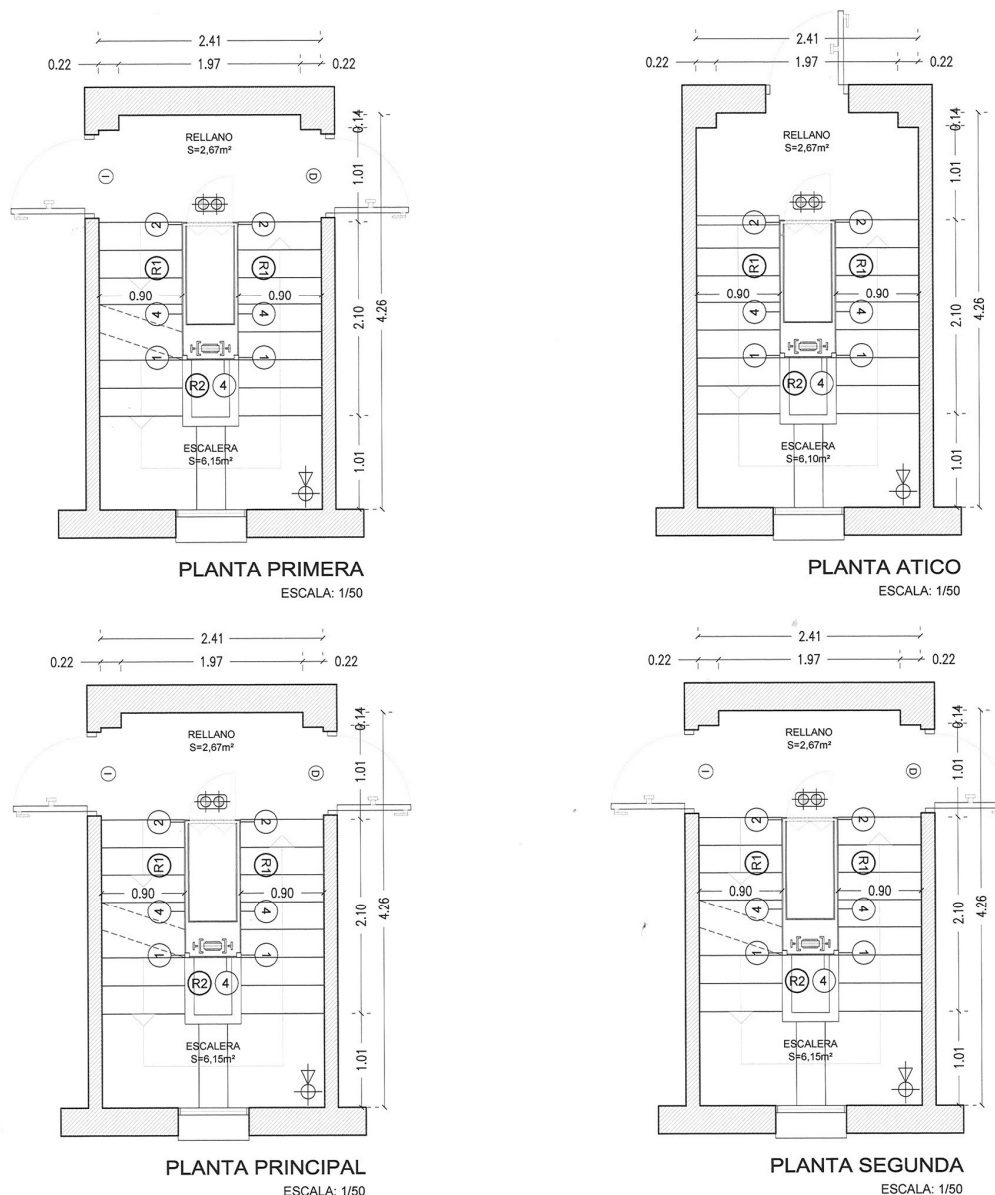


Figura 84. Vista en planta de las plantas reformadas

En la Figura 82 se puede observar cómo se han hecho los recortes a las escaleras y la posición al fondo del hueco del chasis de tipo mochila.

Para la instalación de la central hidráulica se ha utilizado el cuarto de limpieza existente en la planta sótano como se puede ver en la Figura 83.

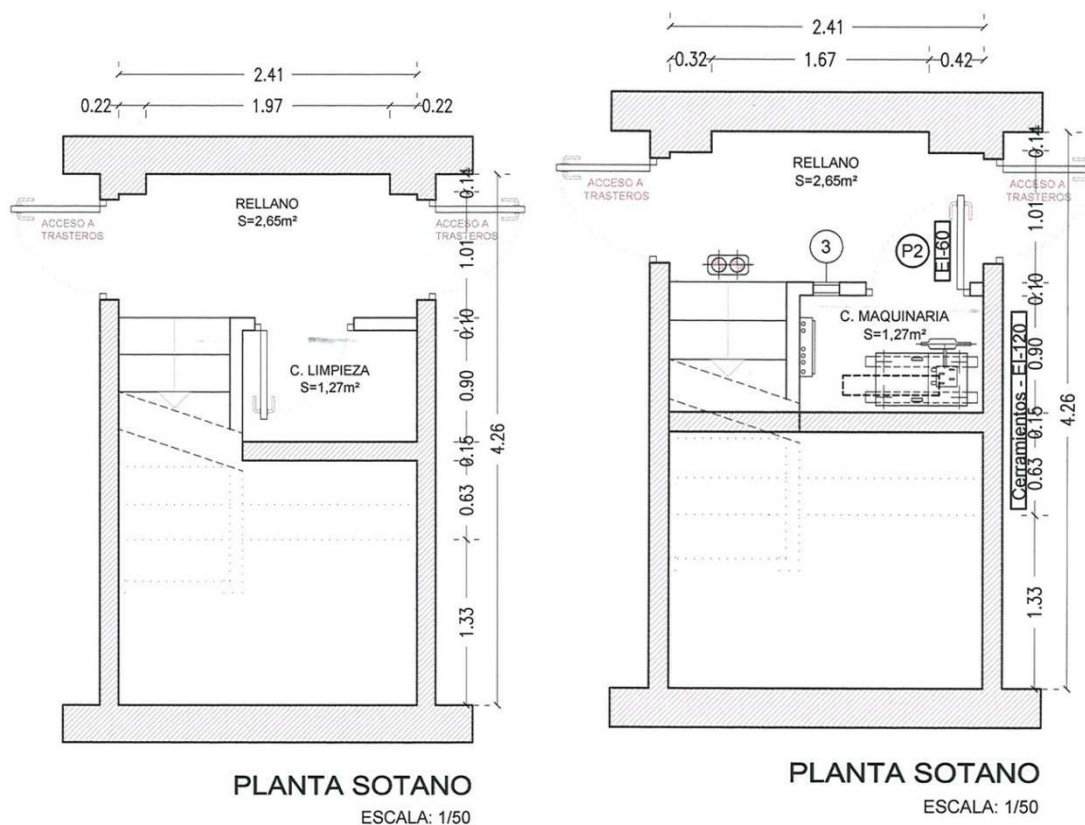


Figura 85. Vista en planta del sótano antes y después de la instalación

Para todas las rehabilitaciones tiene que haber un estudio previo por parte de un arquitecto para garantizar el cumplimiento de los requisitos mínimos de resistencia del edificio.



## Bibliografía

Elevadores: Principios e innovaciones. Antonio Miravete \ Emilio Larrode

GMV Eurolift. <http://www.gmveurolift.es/>

Análisis resistente mediante M.E.F. de una estructura autoportante para hueco de ascensor. ITA

Catálogo DICTATOR <http://www.dictator.de/>

Catálogo MACLA <http://www.macla.es/web/>

Apuntes Instituto Técnico Renault. Córdoba (Argentina)

El sector de la elevación en España. Federación Metalúrgica CCOO

Catálogo guías. Monteferro. <http://www.monteferro.it/>

Catálogo Dynatech. <http://www.dynatech-elevation.com>

Proyecto HACIVA: Herramientas para el análisis de Ciclo de Vida de los Ascensores. MP Ascensores

Artículo Informe de la Construcción Rehabilitación de las instalaciones eléctricas en los edificios destinados principalmente a viviendas. J. C. Toledano, J. Ma. de las Casas, C. Bedoya

Catálogo Kone <http://www.kone.com>

Ascensour “ Schindler Mobile 360”. Organo Inspectio du Travail et des Mines

Catálogo Slim Door. Fermator. <http://www.fermator.com/>

Seguridad y Reparación de ascensores hidráulicos. Roy W. Blain para Educational Focus: Hydraulics Elevators

Sistemas de suspensiones antivibratorias en ascensores eléctricos. Carlos Jiménez Moreno. Revista Técnica Industrial 272

Catalogo EMESA. <http://www.sgemesa.com/>



## Código Técnico de la Edificación

Norma UNE 81.1: Reglas de Seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Parte 1: Ascensores Eléctricos

Norma UNE 81.2: Reglas de Seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Parte 1: Ascensores Hidráulicos

Real decreto REAL DECRETO 57/2005, de 21 de enero, por el que se establecen prescripciones para el incremento de la seguridad del parque de ascensores existente. BOE nº 30 4-1-2005

Documento CAMPAÑA “Barcelona, Posa’t guapa” Ayudas para la instalación de ascensores. Ayuntamiento de Barcelona

Ordenanza Municipal de Fomento a la Rehabilitación. Zaragoza Vivienda

Documento Interpretativo sobre la reducción del ancho de escaleras para la instalación de ascensores en edificios existentes habitados. Normativa Municipal de Zaragoza

Ley de Propiedad Horizontal

Artículo Eficiencia Energética en ascensores. <http://eficiencia-e.blogspot.com/2010/07/eficiencia-energetica-en-ascensores.html>

Generador de Precios CYPE. <http://generadorprecios.cype.es/>

Catálogo OTIS. <http://otis.com/>

Normativa Accesibilidad de Aragón. Gobierno de Aragón

Directiva 95/16/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de Junio de 1995 sobre la aproximación de legislaciones entre los Estados miembros relativas a ascensores.

Revista Técnico Comercial de Ascensores, Montacargas, Escaleras Mecánicas, Rampas y Andenes Móviles. Ascensores y Montacargas

Bombas, Tyler G. Hicks

Cables y Eslingas. S.A. <http://www.cyesa.com>



Presentación Estructura Modular Autoportante para Ascensores. Compañía de Transformaciones Metálicas de Aragón S.A.

Estudio Energético Básico de Aparatos Elevadores. Difer Ascensores

Normativa Accesibilidad. Ayuntamiento de Barcelona